Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας - Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών & Δικτύων

Διπλωματική εργασία

Ασύρματες ηλεκτρονικές ετικέτες

από τον

Δοϊρανλή Δημήτριο

ΑΜ: 1700032

doiranl@inf.uth.gr

Επιβλέπων : Λάλης Σπύρος

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 5433/1
Ημερ. Εισ.: 25-09-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΜΗΥΤΔ
2007
ΔΟΪ

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Σπύρο Λάλη, επίκουρο καθηγητή του τμήματος Μηχανικών Η/Υ Τηλεπικοινωνιών και Δικτύων για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου και μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο θέμα καθώς και για τη βοήθεια, την συμπαράσταση και την υπομονή του όχι μόνο κατά τη διάρκεια της παρούσας διπλωματικής αλλά καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου στο πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω και στον Δημήτριο Συρίβελη, υποψήφιο διδάκτορα του τμήματος για την βοήθεια, την καθοδήγηση και τις πολύτιμες συμβουλές του σε αυτή τη διπλωματική.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους όλα αυτά τα χρόνια.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Περιεχόμενα

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Πίνακας Σχημάτων

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η ανάπτυξη και παρουσίαση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ηλεκτρονικών ετικετών. Περιγράφεται και αναλύεται τόσο ο πυρήνας των ηλεκτρονικών ετικετών όσο και το συστήμα διαχείρισης αυτών. Παρουσιάζεται η δομή και τα μέρη του συστήματος, ο τρόπος λειτουργίας του κάθε τμήματος και ο τρόπος που επικοινωνούν και αλληλεπιδρούν τα κύρια μέρη του συστήματος μεταξύ τους. Περιγράφονται επίσης οι λειτουργίες που παρέχει το συστήμα και καθορίζεται ο τρόπος αλληλεπίδρασης του συστήματος με το χρήστη. Τέλος, προτείνονται εναλλακτικοί τρόποι υλοποίησης και βελτιστοποίησης του συστήματος.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

1. Εισαγωγή

Η αντικατάσταση των παραδοσιακών μικρών καταστημάτων από μεγάλα πολυκαταστήματα αποτελεί μια σύγχρονη πραγματικότητα στην σημερινή κοινωνία του καταναλωτισμού. Το marketing διαδραματίζει σημαντικότατο ρόλο στην λειτουργία αυτών των πολυκαταστημάτων. Προσφορές και εκπτώσεις για λίγες μέρες ή ακόμα και ώρες είναι πλέον μερικές από τις συνηθισμένες πρακτικές marketing και πωλήσεων.

Έτσι τα κλασσικά μικρά αυτοκόλλητα χαρτάκια που ανέγραφαν την τιμή του κάθε προιόντος ξεχωριστά άρχισαν να εξαλείφονται. Οι γραμμωτοί κώδικες (barcodes) και στο κοντινό μέλλον τα RFID ολοκληρωμένα κυκλώματα (chips) ([1]) έρχονται να τα αντικαταστήσουν. Επειδή όμως με τη χρήση των συγκεκριμένων τεχνολογιών ο πελάτης δεν έχει τη δυνατότητα να γνωρίζει σε πραγματικό χρόνο την τιμή του προιόντος (όταν είναι στο ράφι δηλαδή) παρά μόνο στο ταμείο, η χρήση ξεχωριστών ετικετών στα ράφια που αναγράφουν την τιμή του κάθε προιόντος είναι μια ανεξάρτητη διαδικασία που πραγματοποιείται από το προσωπικό και σίγουρα δεν μπορεί να εξαλειφθεί.

Αναλογιζόμενοι όλα τα παραπάνω, γίνεται εύκολα αντιληπτό οτι προκύπτει πρόβλημα στη διαχείριση των τιμών των προιόντων. Με δεδομένη λοιπόν την μεγάλη ανάπτυξη των ασύρματων δικτύων και συστημάτων, στην παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσουμε ένα ασύρματο σύστημα ηλεκτρονικών ετικετών για την κεντρική διαχείριση και εμφάνιση των τιμών των προιόντων στα ράφια των καταστημάτων. Για να το επιτύχουμε αυτό χρησιμοποιήσαμε την πλατφόρμα ([2]) των particles που έχει αναπτυχθεί από το πανεπιστήμιο της Καρλσρούης στη Γερμανία.

Η χρήση και η συνεισφορά του συστήματος μας μπορεί να συνοψιστεί στα εξής:

- Αυτοματοποιημένος χειρισμός στις αλλαγές των τιμών
- Εξάλειψη λαθών στη διαχείριση των τιμών

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

- Μείωση του χρόνου διαχείρισης των τιμών των προιόντων
- Εξοικονόμηση χρόνου εργασίας του προσωπικού
- Ευελιξία στην διαχείριση των τιμών σε εκπτώσεις, προσφορές ειδικά όταν αυτές αλλάζουν πολύ συχνά (ακόμα και ώρες) κάνοντας έτσι εφικτή την εφαρμογή οποιασδήποτε στρατηγικής marketing
- Ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

2. Σχετικά συστήματα

Η συνεχής εξέλιξη της τεχνολογίας και ειδικότερα των δικτύων καθώς επίσης και η διαρκής μείωση των τιμών έχουν κάνει δυνατή την ανάπτυξη παρόμοιων συστημάτων στο εξωτερικό. Ποικίλα συστήματα με τη χρήση πολλών διαφορετικών τεχνολογιών κάνουν με διάφορους τρόπους εφικτή την ηλεκτρονική διαχείριση των τιμών.

Η λύση της Ilid [13] κάνει χρήση μιας πατενταρισμένης τεχνολογίας σύμφωνα με την οποία τα δεδομένα μεταδίδονται στις ηλεκτρονικές ετικέτες με τη χρήση του υπάρχοντος φωτισμού. Ένας διαμορφωτής παράγει από το υπάρχων φως ισχυρά σήματα, αόρατα στο ανθρώπινο μάτι τα οποία και περιέχουν τις πληροφορίες για τις ηλεκτρονικές ετικέτες.

Η λύση της Elabel systems [14] χρησιμοποιεί ασύρματη επικοινωνία RF. Η ενημέρωση των ηλεκτρονικών ετικετών επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός RF χειριστηρίου το οποίο παραμένει ενημερωμένο με τα δεδομένα των ηλεκτρονικών ετικετών από το κεντρικό σύστημα διαχείρισης.

Η λύση της Tagnetics [15] χρησιμοποιεί επίσης ασύρματη επικοινωνία RF. Για την ενημέρωση των ηλεκτρονικών ετικετών χρησιμοποιείται ένας RF σαρωτής χειρός ο οποίος διαβάζει το barcode που βρίσκεται τυπωμένο στο περίβλημα της ηλεκτρονικής ετικέτας για να την αναγνωρίσει και αναλόγως την ενημερώνει.

Η λύση της Pricer [16] χρησιμοποιεί ασύρματη επικοινωνία με τη χρήση υπερύθρων. Δημιουργείται ένα δίκτυο υπέρυθρων πομποδεκτών το οποίο καλύπτει όλες τις ηλεκτρονικές ετικέτες και μέσω αυτού του δικτύου ενημερώνονται.

Περιγράψαμε συνοπτικά μερικές από τις λύσεις που υπάρχουν και όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό υπάρχουν σημαντικές διαφορές σε αυτές τόσο στον τρόπο ενημέρωσης των ηλεκτρονικών ετικετών (τρόπος ασύρματης μετάδοσης, αυτόματη ενημέρωση ή με χρήση χειριστηρίων) όσο και στις πληροφορίες που αυτές απεικονίζουν (Σχήμα 2-1). Μια ομοιότητα των συστημάτων αυτών είναι οτι οι ηλεκτρονικές ετικέτες εμφανίζουν μόνο αριθμητικά δεδομένα (τιμή, ποσότητα, βάρος κλπ) και η περιγραφή του προιόντος εμφανίζεται εκτυπωμένη στο περίβλημα της ηλεκτρονικής ετικέτας. Αυτό κάνει το σύστημα λιγότερο ευέλικτο σε περίπτωση μεταβολής της περιγραφής ενός προιόντος ή αλλαγής της θέσης του στο ράφι.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Το σύστημα μας καλύπτει το παραπάνω κενό καθώς η περιγραφή ενός προιόντος αποτελεί κομμάτι των δεδομένων όπως και η τιμή με αποτέλεσμα η κάθε ηλεκτρονική ετικέτα να μπορεί να απεικονίζει διαφορετικά προιόντα με μεγάλη ευκολία. Επιπλέον, ένα χαρακτηριστικό του συστήματος μας που απουσιάζει από παρόμοια συστήματα είναι η λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας η οποία παρατείνει το χρόνο ζωής των ηλεκτρονικών ετικετών. Έτσι, όταν ένα προιόν τελειώνει ή όταν το κατάστημα είναι κλειστό επιτυγχάνεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας με τη λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας. Μια πολύ σημαντική λειτουργία που επίσης δεν βρίσκει κανείς στα υπάρχοντα συστήματα είναι η ενημέρωση για την κατάσταση της μπαταρίας των ηλεκτρονικών ετικετών. Με τη βοήθεια ενός αισθητήρα μετριέται η τάση της μπαταρίας και γίνεται γνωστή στο χρήστη οποιαδήποτε αλλαγή στην κατάσταση της. Έτσι μπορεί να αποφευχθεί το φαινόμενο να έχει τελειώσει η μπαταρία από κάποια ηλεκτρονική ετικέτα και να μην το έχουμε αντιληφθεί.

Από όλα τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό οτι η επιλογή μεταξύ όλων αυτών των συστημάτων είναι μια εξαιρετικά δύσκολη υπόθεση καθώς το καθένα παρουσιάζει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όσον αφορά την λειτουργικότητα, την απόδοση και το κόστος. Επιπλέον, η αδιάκοπη εξέλιξη στον συγκεκριμένο τομέα που έχει ως στόχο τον συνδυασμό διαφορετικών τεχνολογιών(ασύρματα δίκτυα, RFID κλπ) για την παροχή πιο ολοκληρωμένης λειτουργικότητας καθιστούν σαφές οτι υπάρχει αρκετός δρόμος ακόμα μέχρι να ωριμάσουν τα συγκεκριμένα συστήματα, να αποκτήσουν μια πρότυπη μορφή και να χρησιμοποιηθούν ευρέως.

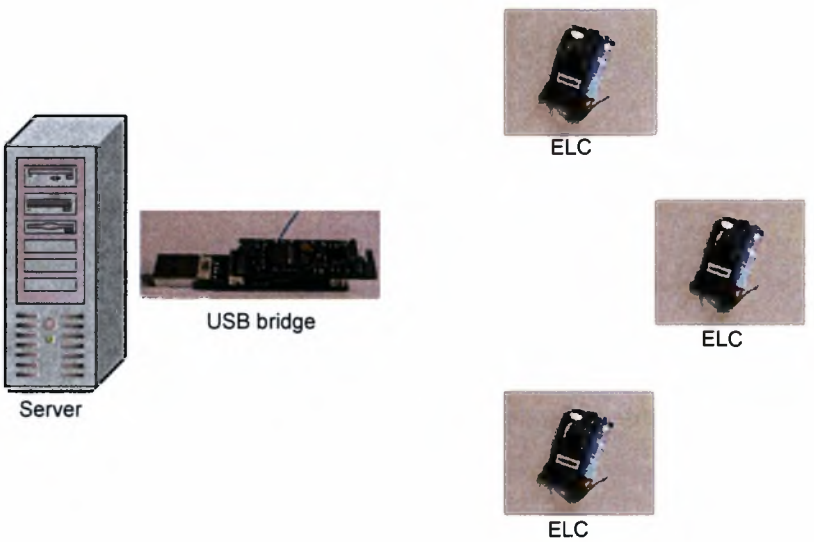
Σχήμα 2-1 Ηλεκτρονικές ετικέτες σχετικών συστημάτων

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

3. Τα μέρη του συστήματος

Το σύστημα μας αποτελείται από τα εξής μέρη (Σχήμα 3-1):

- Server
- USB bridge
- Πυρήνας ηλεκτρονικών ετικετών (Electronic Label Core - ELC)



Σχήμα 3-1 Τα μέρη του συστήματος

3.1. Server

Ο server του συστήματος (μπορεί να είναι ένα απλό PC) περιέχει το σύστημα διαχείρισης των ηλεκτρονικών ετικετών (Electronic Label Management System - ELMS) το οποίο αποτελείται από:

- Τη βάση δεδομένων των ELC, των προιόντων και των τιμών τους
- Το απαραίτητο λογισμικό για τη διαχείριση των ELC και την εκτέλεση των διάφορων λειτουργιών

3.2. USB bridge

Το USB bridge ([2]) είναι απαραίτητο για την επικοινωνία των ηλεκτρονικών ετικετών με τον server και το αντίθετο. Πάνω στο USB bridge εφαρμόζει ένα ELC το οποίο λειτουργεί αποκλειστικά ως πομποδέκτης και είναι στην ουσία αυτό που

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

επικοινωνεί με τα υπόλοιπα ELC του συστήματος. Αυτό που πραγματικά κάνει το USB bridge είναι να μετατρέπει τα RF ([4]) πακέτα με τα οποία επικοινωνούν τα ELC σε πακέτα UDP/IP που είναι απαραίτητα για την επικοινωνία με το server (Σχήμα 3-2).

Σχήμα 3-2 Η μετατροπή των πακέτων με το USB bridge

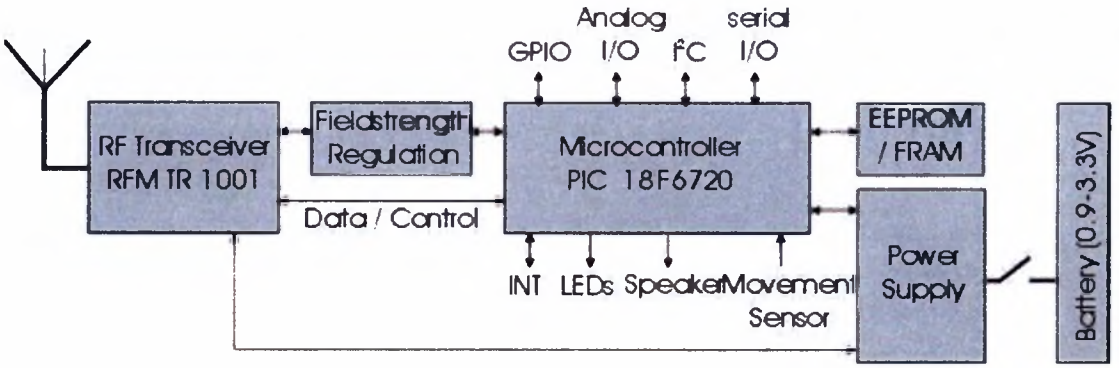
Το USB bridge συνδέεται σε μια USB θύρα του server και μετά την εγκατάσταση του USB driver είναι έτοιμο προς χρήση.

3.3. Πυρήνας ηλεκτρονικών ετικετών(ELC)

Τα κύρια μέρη ενός ELC είναι (Σχήμα 3-3):

- Ένας RF πομποδέκτης (RFM TR1001)
- Ενας μικροεπεξεργαστής (PIC 18F6720)
- Δύο LEDs
- Μια κεραία
- Μια μπαταρία AAA

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 3-3 Τα μέρη ενός ELC ([2])

Τα ELC έχουν εμβέλεια που φτάνει μέχρι τα 30 μέτρα σε εσωτερικό χώρο εξαρτώμενη πάντα από τις συνθήκες του περιβάλλοντος λειτουργίας τους ενώ το κύριο πλεονέκτημα τους είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας.

Τα ELC λαμβάνουν δεδομένα από τον υπολογιστή και τα αποθηκεύουν στη μνήμη του μικροεπεξεργαστή. Πάνω στα ELC εφαρμόζει μια οθόνη η οποία απεικονίζει τα δεδομένα που βρίσκονται στη μνήμη. Η διαδικασία εύρεσης της οθόνης και η απεικόνιση των δεδομένων σε αυτήν δεν μας απασχόλησε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής γι αυτό και θα αναφερόμαστε στις ηλεκτρονικές ετικέτες ως πυρήνας ηλεκτρονικών ετικετών (ELC).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

4. Μοντελοποίηση, δομή και λειτουργίες του συστήματος

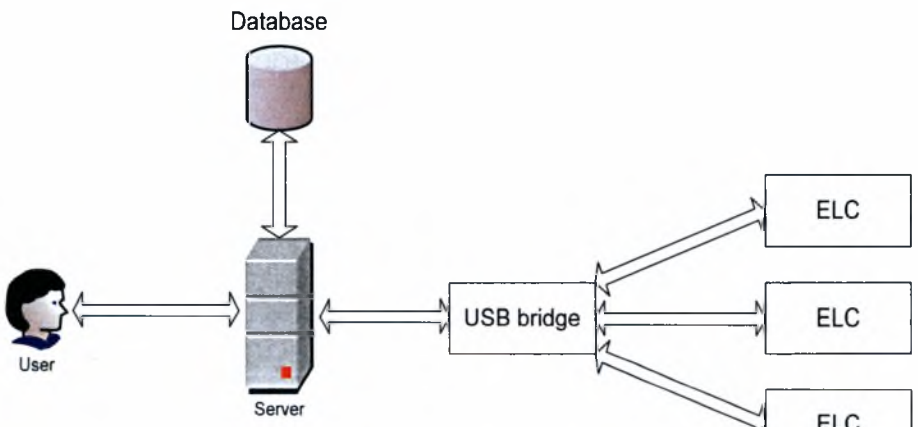
4.1. Λειτουργίες του συστήματος

Οι επιθυμητές λειτουργίες του συστήματος είναι:

- Ανίχνευση των ELC που βρίσκονται στο σύστημα.
- Αποστολή δεδομένων (περιγραφή και τιμή προιόντος) σε ένα ELC.
- Λειτουργία ενός ή όλων των ELC σε sleep mode για την εξοικονόμηση ενέργειας.
- Επαναφορά ενός ή όλων των ELC σε κανονική λειτουργία.
- Ενημέρωση του χρήστη για την κατάσταση της μπαταρίας του κάθε ELC.

4.2. Μοντέλο και δομή του συστήματος

Ο τρόπος που μοντελοποιείται και δομείται το σύστημα μας λαμβάνοντας υπόψη τις επιθυμητές λειτουργίες του φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (Σχήμα 4-1).

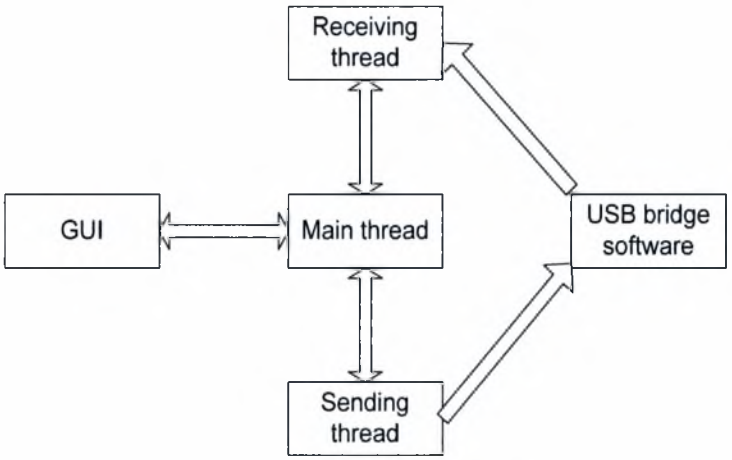


Σχήμα 4-1 Δομή του συστήματος

Παρατηρούμε λοιπόν οτι ο χρήστης αλληλεπιδρά με τον server μέσα από τον οποίο διαχειρίζεται τους ELC που βρίσκονται στα ράφια. Στο server εκτελούνται δύο διεργασίες. Το λογισμικό του USB bridge και το πρόγραμμα μας, το οποίο

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

αποτελείται απο τέσσερα νήματα. Το κύριο νήμα, το νήμα αποστολής δεδομένων, το νήμα παραλαβής δεδομένων και το νήμα του γραφικού περιβάλλοντος (Σχήμα 4-2).



Σχήμα 4-2 Εσωτερική δομή του server του σύστήματος

Το κύριο νήμα συντονίζει τη λειτουργία όλων των τμημάτων του λογισμικού του συστήματος. Αναλυτικά:

- Επικοινωνεί με το GUI είτε λαμβάνοντας τις εντολές που δίνει ο χρήστης είτε στέλνοντας πληροφορίες σε αυτόν.
- Επικοινωνεί με τη βάση δεδομένων του συστήματος είτε ενημερώνοντας την για τις αλλαγές που συμβαίνουν είτε προσπελαυνοντάς την για ανάκτηση των δεδομένων της.
- Επικοινωνεί με το νήμα αποστολής αφυπνίζοντας το όταν απαιτείται αποστολή δεδομένων στα ELC.
- Επικοινωνεί με το νήμα παραλαβής καθώς διαχειρίζεται τα δεδομένα που φθάνουν σε αυτό.

Το νήμα αποστολής (sending thread) αναλαμβάνει οποιαδήποτε αποστολή δεδομένων στα ELC. Αναλυτικά:

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

- Αναλαμβάνει περιοδικά να ανακαλύπτει τα ELC του συστήματος με την αποστολή των αντίστοιχων πακέτων.
- Αναλαμβάνει περιοδικά να ελέγχει αν κάποιο/α ELC πρέπει να λειτουργήσει σε sleep mode και σε αυτή την περίπτωση στέλνει τα αντίστοιχα πακέτα.
- Αναλαμβάνει την αποστολή της περιγραφής και της τιμής ενός προιόντος σε ένα ELC.

Το νήμα παραλαβής (receiving thread) αναμένει να λάβει δεδομένα από τα ELC. Τα δεδομένα αυτά μπορεί να είναι:

- Acknowledgements
- Ένδειξη κατάστασης της μπαταρίας ενός ELC

Η βάση δεδομένων διατηρεί πληροφορίες για την κατάσταση του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιώντας μια αντικειμενοστραφή προσέγγιση, το σύστημα μας αποτελείται από δύο οντότητες: τα προιόντα και τα ELC. Κατ' αυτόν τον τρόπο η βάση δεδομένων αποτελείται από δύο πίνακες (ένας για κάθε οντότητα) οι οποίοι κρατούν το σύνολο των δεδομένων για την κάθε οντότητα αλλά και τις συσχετίσεις μεταξύ αυτών.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

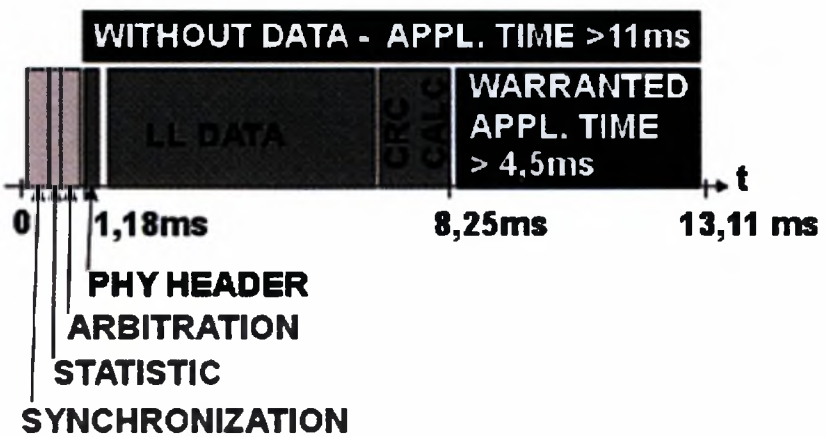
5. Επικοινωνία

5.1. Awarecon

Η επικοινωνία των ΗΕ βασίζεται στο πρωτόκολλο awarecon ([3]). Το awarecon παρέχει ad-hoc ([5]) και συγχρονισμένη μετάδοση δεδομένων εως 48Kbit . Τα ELC βρίσκονται μεταξύ τους πολύ γρήγορα και παραμένουν συγχρονισμένες για όσο βρίσκονται σε εμβέλεια. Το πρωτόκολλο αποτελείται από τρία επίπεδα:

- Το RF επίπεδο για συγχρονισμό,κωδικοποίηση καναλιών κλπ
- Το LL επίπεδο για έλεγχο πρόσβασης, κωδικοποίηση δεδομένων, ανίχνευση λαθών κλπ
- Το ACL επίπεδο ως αφηρημένη διεπαφή χρήστη και αναπαράσταση δεδομένων.

Το πρωτόκολλο είναι ένα αυστηρά συγχρονισμένο TDMA σύστημα με διάρκεια πλαισίου 13ms (Σχήμα 5-1). Η μεταφορά δεδομένων οργανώνεται σε πακέτα που έχουν μέγιστο μέγεθος 64Bytes. Μεταφέρεται μόνο ένα πακέτο κάθε στιγμή ενώ το χρονικό πλαίσιο του πρωτοκόλλου εγγυάται ένα κομμάτι χρόνου σε κάθε στιγμιότυπο για την εκτέλεση εφαρμογών στον επεξεργαστή.

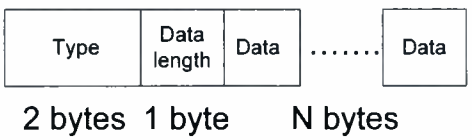


Σχήμα 5-1 Κατανομή του χρόνου πλαισίου στο awarecon ([2])

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

5.2. Concom-Αναπαράσταση πακέτων και δεδομένων

Η αναπαράσταση των δεδομένων και η οργάνωση τους σε πακέτα βασίζεται στο πρωτόκολλο concom ([6]). Το concom είναι ένας τρόπος για την αναπαράσταση και μετάδοση πληροφορίας πολύ κοντά στη φυσική γλώσσα. Η οργάνωση και η μετάδοση των δεδομένων δεν βασίζεται σε συνδέσεις από άκρο σε άκρο αλλά στηρίζεται στη χρήση προτάσεων. Μια concom πρόταση είναι το βασικό στοιχείο της γλώσσας επικοινωνίας. Μια πρόταση στο concom ξεκινά πάντα με ένα θέμα ακολουθούμενο από έναν αριθμό γνωρισμάτων. Η δομή δεδομένων με την οποία αναπαρίσταται το θέμα και τα γνωρίσματα ονομάζεται πλειάδα. Μια πλειάδα αποτελείται από 2 bytes που προσδιορίζουν τον τύπο των δεδομένων, 1byte που προσδιορίζει το μέγεθος των δεδομένων και n bytes που είναι τα δεδομένα (Σχήμα 5-2). Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν οτι το ελάχιστο μέγεθος μιας πλειάδας είναι 3bytes και συναντάται όταν μια πλειάδα δεν περιέχει δεδομένα. Η πρώτη πλειάδα ενός πακέτου έχει ιδιαίτερη σημασία καθώς αποτελεί την επικεφαλίδα του πακέτου. Τα 2 πρώτα bytes σε μια πλειάδα που περιγράφουν τον τύπο δεδομένων του μεταφράζονται με τη βοήθεια ενός εργαλείου λογισμικού σε 3 χαρακτήρες. Επομένως χρησιμοποιώντας αυτό το εργαλείο μπορούμε να δημιουργήσουμε καινούργιες πλειάδες.

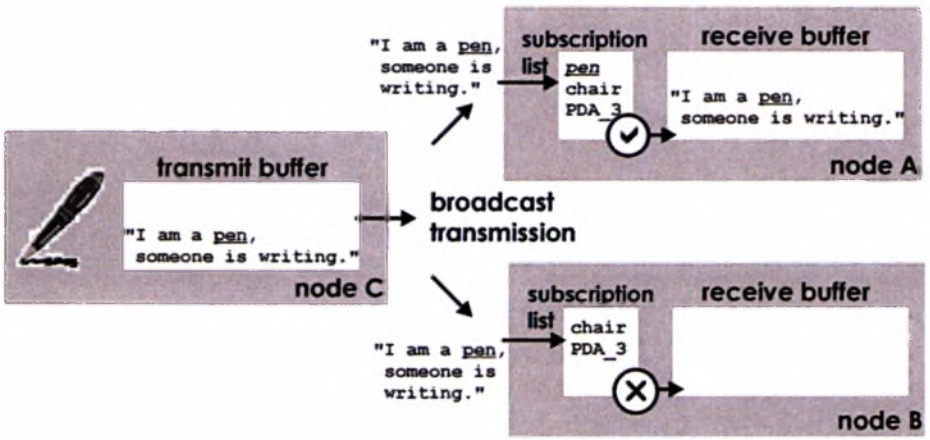


Σχήμα 5-2 Μέγεθος και δομή μιας πλειάδας

Η επικοινωνία βασίζεται στο μηχανισμό broadcast and subscribe και δεν απαιτείται σύνδεση. Όλα τα μηνύματα στο concom πρωτόκολλο εκπέμπονται σε όλα τα ELC και το κάθε ELC για να φιλτράρει τα μηνύματα διατηρεί μια λίστα συνδρομών (subscriptions). Έτσι, κάθε ELC λαμβάνει όλα τα μηνύματα αρχικά αλλά κρατάει μόνο αυτά που η επικεφαλίδα τους βρίσκεται στη λίστα συνδρομών της (Σχήμα 5-3). Ο μέγιστος αριθμός επικεφαλίδων που μπορούν να γραφτούν στη λίστα

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

συνδρομών είναι 8. Μια επικεφαλίδα (ACM) είναι ήδη δεσμευμένη για έλεγχο δικτύου.



Σχήμα 5-3 Επικοινωνία στο ConCom ([2])

5.3. ACL πλειάδες και δομή πακέτων επικοινωνίας

Οι πλειάδες που δημιουργήσαμε και χρησιμοποιούμε για τις ανάγκες του συστήματος μας είναι:

PRI : ACL πλειάδα για αποστολή δεδομένων

Με τη χρήση του εργαλείου 3 σε 2 έχουμε: PRI → 142,117

Δεδομένα: 7 bytes για την τιμή του προιόντος ακολουθούμενα από το πολύ 30 bytes για την περιγραφή του προιόντος

SLP : ACL πλειάδα για μετάβαση σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας (sleep mode)

Με τη χρήση του εργαλείου 3 σε 2 έχουμε: SLP → 165,172

Δεδομένα: 1 byte για το χρόνο λειτουργίας σε λεπτά σε sleep mode

BAT : ACL πλειάδα για ειδοποίηση για την κατάσταση της μπαταρίας

Με τη χρήση του εργαλείου 3 σε 2 έχουμε: BAT → 208,127

Δεδομένα: 0 ή 1 byte

ACK : ACL πλειάδα για acknowledgement και discovery

Με τη χρήση του εργαλείου 3 σε 2 έχουμε: ACK → 152,142

Δεδομένα: 0 ή 1 byte

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Επιπλέον από τις υπάρχουσες πλειάδες της πλατφόρμας ([2]) χρησιμοποιούμε:

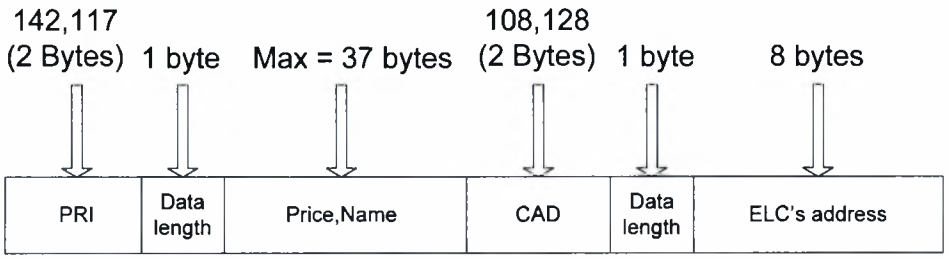
CAD : ACL πλειάδα για αποστολή δεδομένων σε ένα συγκεκριμένο ELC με τη χρήση του id του ELC

Δεδομένα: 8 bytes για το id του ELC

5.4. Πακέτα δεδομένων

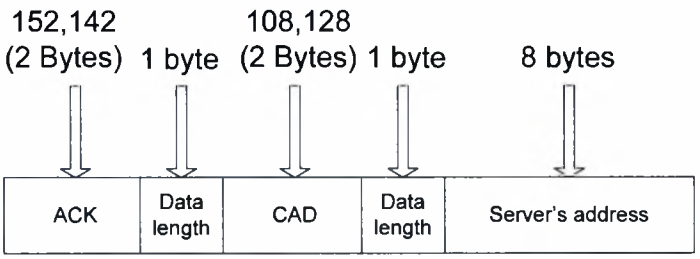
Αποστολή δεδομένων από τον server σε ένα ELC

pripacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (Σχήμα 5-4)



Σχήμα 5-4 Πακέτο αποστολής δεδομένων σε ένα ELC

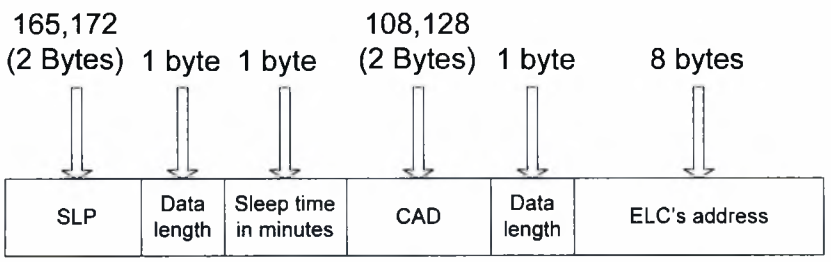
ackpripacket - Το πακέτο επιβεβαίωσης που φτάνει στο server (Σχήμα 5-5)



Σχήμα 5-5 Πακέτο επιβεβαίωσης λήψης δεδομένων από ένα ELC

Λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας(sleep mode) ενός ELC

slponepacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (Σχήμα 5-6)

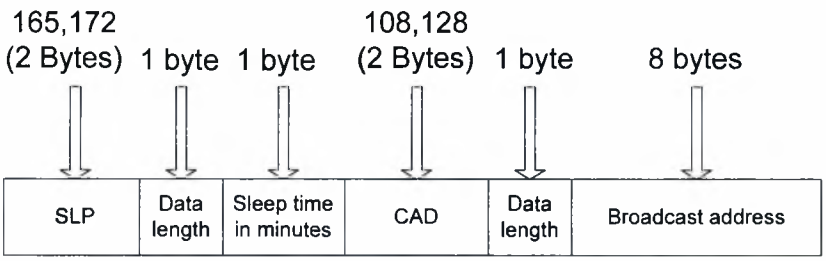


Σχήμα 5-6 Πακέτο λειτουργίας ενός ELC σε sleep mode

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας(sleep mode) όλων των ELC

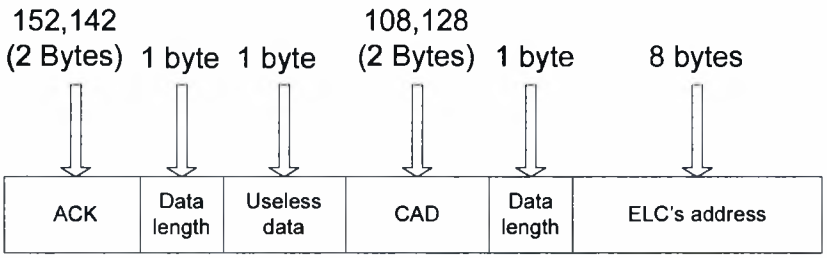
slpallpacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (Σχήμα 5-7)



Σχήμα 5-7 Πακέτο λειτουργίας όλων των ELC σε sleep mode

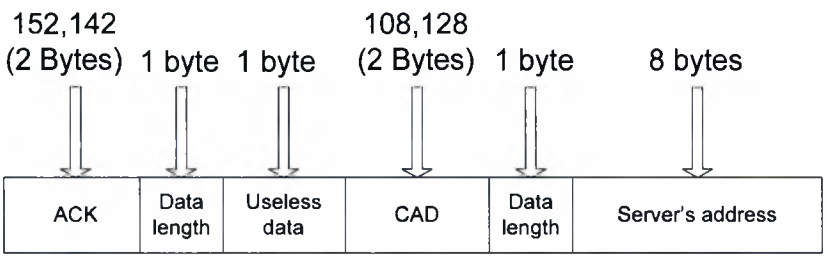
Έλεγχος λειτουργίας ενός ELC (discovery)

dscpacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (Σχήμα 5-8)



Σχήμα 5-8 Πακέτο ανακάλυψης ενός ELC

ackdscpacket - Το πακέτο επιβεβαίωσης που φτάνει στο server (Σχήμα 5-9)

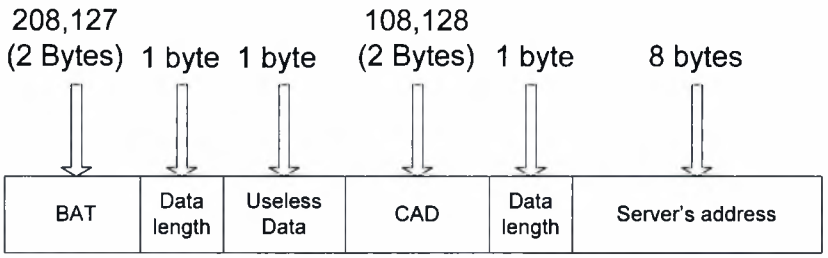


Σχήμα 5-9 Πακέτο επιβεβαίωσης ανακάλυψης ενός ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

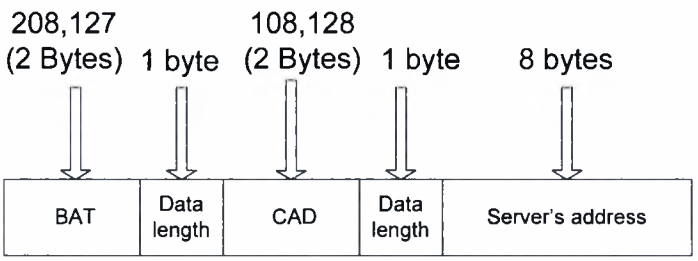
Ειδοποίηση κατάστασης μπαταρίας

batlowpacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (low battery) (Σχήμα 5-10)



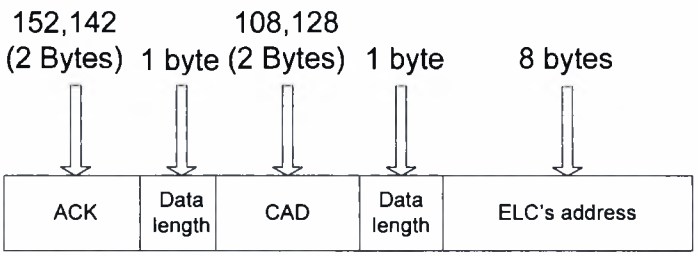
Σχήμα 5-10 Πακέτο ειδοποίησης χαμηλής μπαταρίας

batokpacket - Το πακέτο που περίεχει τα δεδομένα μας (battery OK) (Σχήμα 5-11)



Σχήμα 5-11 Πακέτο ειδοποίησης κανονικής μπαταρίας

ackbatpacket - Το πακέτο επιβεβαίωσης που φτάνει στο ELC (Σχήμα 5-12)

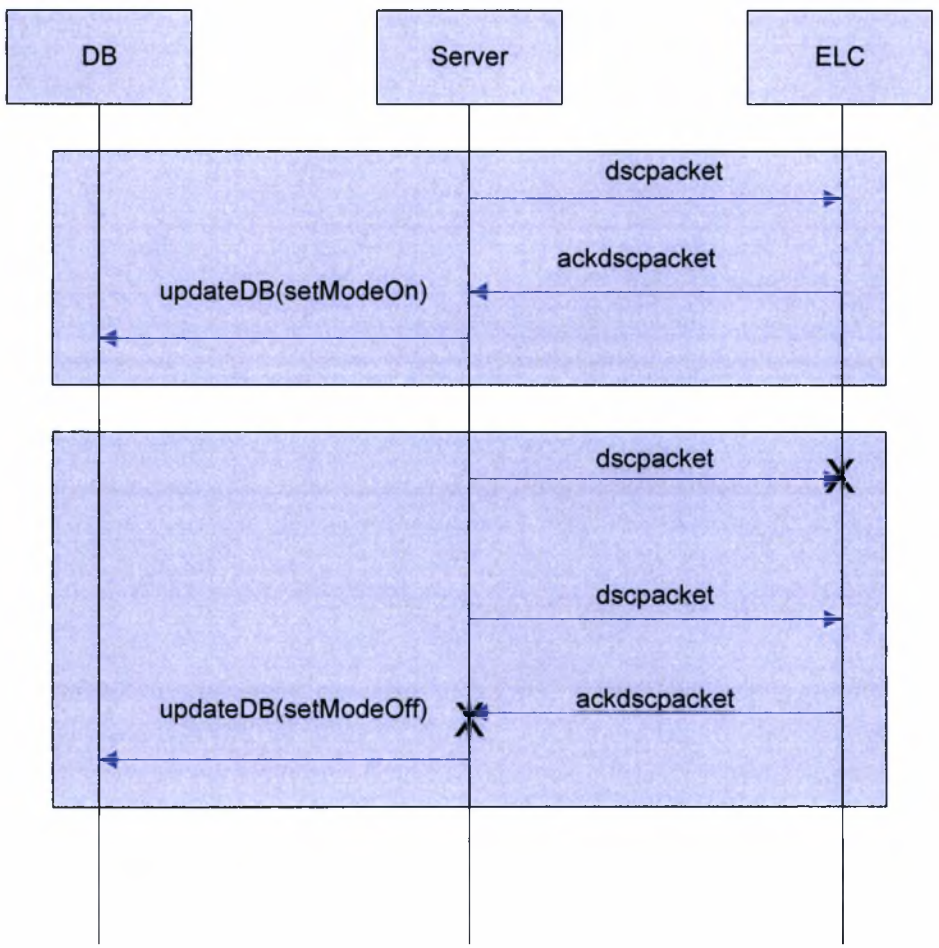


Σχήμα 5-12 Πακέτο επιβεβαίωσης λήψης της κατάστασης της μπαταρίας

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

5.5. Διαγράμματα ακολουθίας

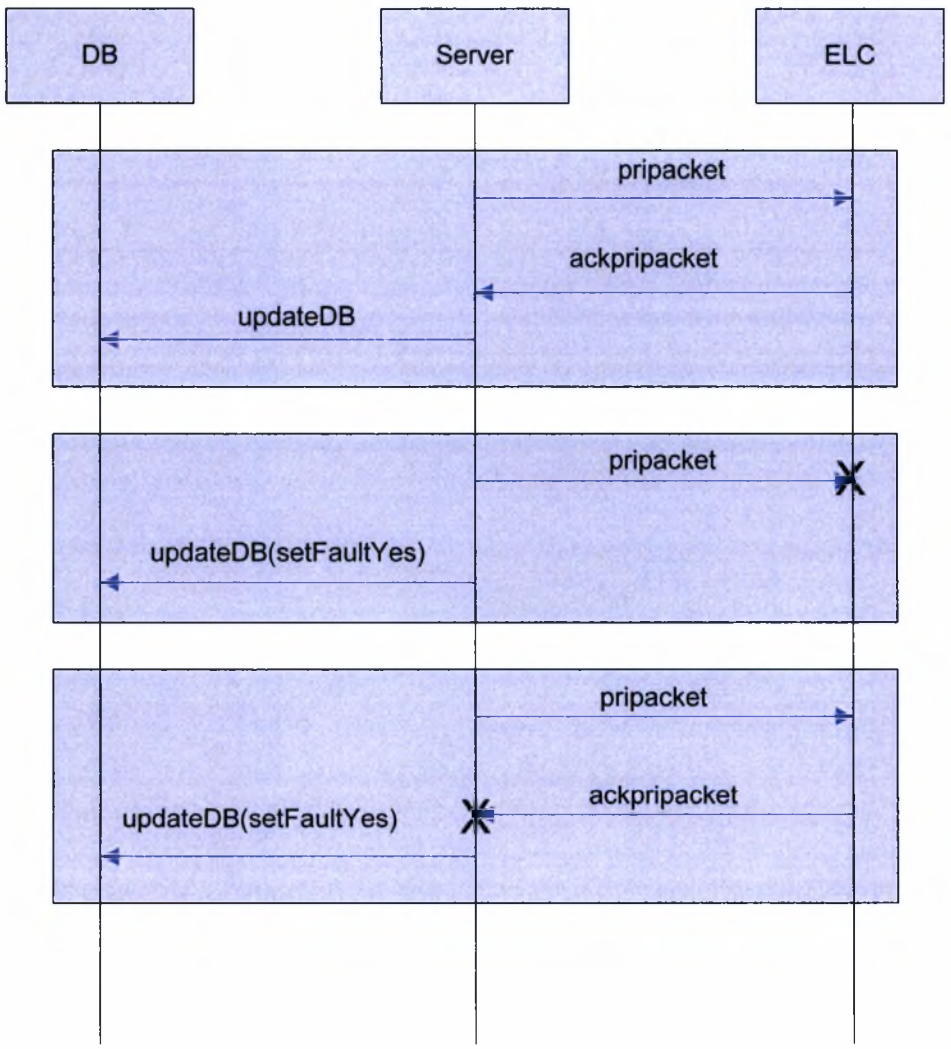
Στο παρακάτω διάγραμμα (Σχήμα 5-13) απεικονίζεται η ακολουθία της επικοινωνίας για την ανακάλυψη ενός ELC. Περιγράφονται δύο χαρακτηριστικές περιπτώσεις, στην πρώτη το ELC ανακαλύπτεται καθώς δεν υπάρχει απώλεια πακέτων ενώ στη δεύτερη δεν ανακαλύπτεται είτε γιατί το ELC είναι απενεργοποιημένο είτε λόγω απώλειας πακέτων στο δίκτυο.



Σχήμα 5-13 Διάγραμμα ακολουθίας για την ανακάλυψη ενός ELC(discovery)

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

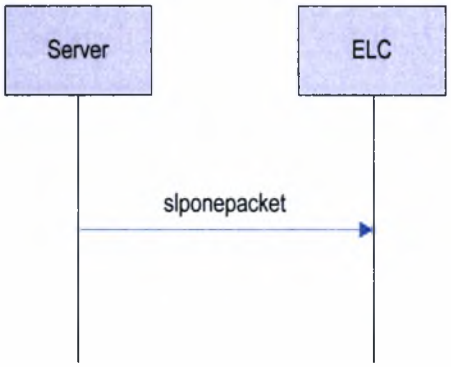
Παρομοίως, στην αποστολή δεδομένων σε ένα ELC μπορεί να έχουμε επιτυχή αποστολή το οποίο συμβαίνει όταν λαμβάνουμε επιβεβαίωση από το ELC ή να μην λάβουμε επιβεβαίωση το οποίο εισάγει την πιθανότητα ασυνέπειας στα δεδομένα ανάμεσα στον server και το ELC. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν μπορούμε να γνωρίζουμε αν το πακέτο μας δεν έφτασε στο ELC(που σημαίνει οτι τα δεδομένα στο ELC δεν μεταβλήθηκαν) ή το πακέτο ελήφθη κανονικά από το ELC (που σημαίνει οτι τα δεδομένα του μεταβλήθηκαν) αλλά η επιβεβαίωση δεν έφτασε στον server (Σχήμα 5-14).



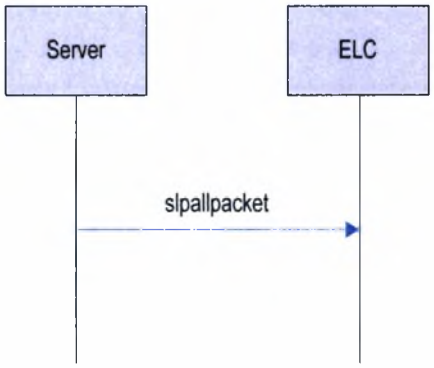
Σχήμα 5-14 Αποστολή δεδομένων σε ένα ELC (SendPRI)

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Για τη λειτουργία ενός ή ακόμα και όλων των ELC σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης(sleep mode) η επικοινωνία είναι απλούστερη. Ο server δεν περιμένει επιβεβαίωση καθώς, όπως θα δούμε στο κεφάλαιο 6, λόγω του τρόπου που μοντελοποιήσαμε αυτές τις λειτουργίες δεν κρίνεται αναγκαίο (Σχήμα 5-15, 5.16).

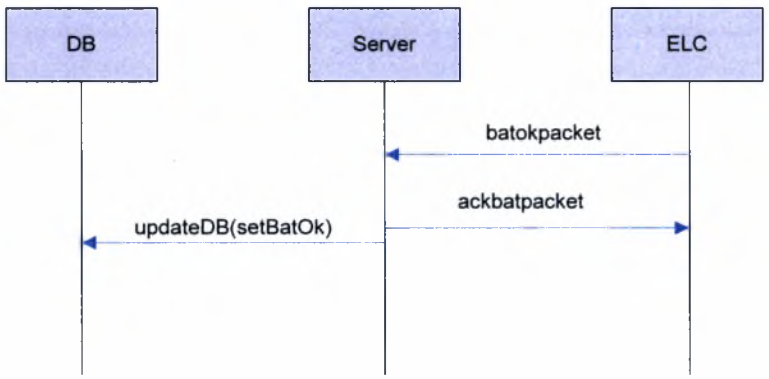


Σχήμα 5-15 Sleep mode ενός ELC

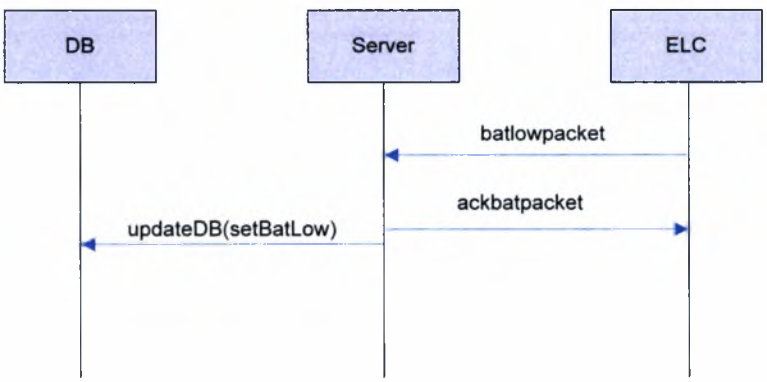


Σχήμα 5-16 Sleep mode όλων των ELC

Τέλος, κάθε ELC με την έναρξη της λειτουργίας της ενημερώνει τον server για την κατάσταση της μπαταρίας του (Σχήμα 5-17) όπως επίσης και σε ενδεχόμενη μεταβολή αυτής της κατάστασης, δηλαδή όταν ''πέσει'' η μπαταρία (Σχήμα 5-18).



Σχήμα 5-17 Ειδοποίηση κανονικής μπαταρίας(SendBatOk)

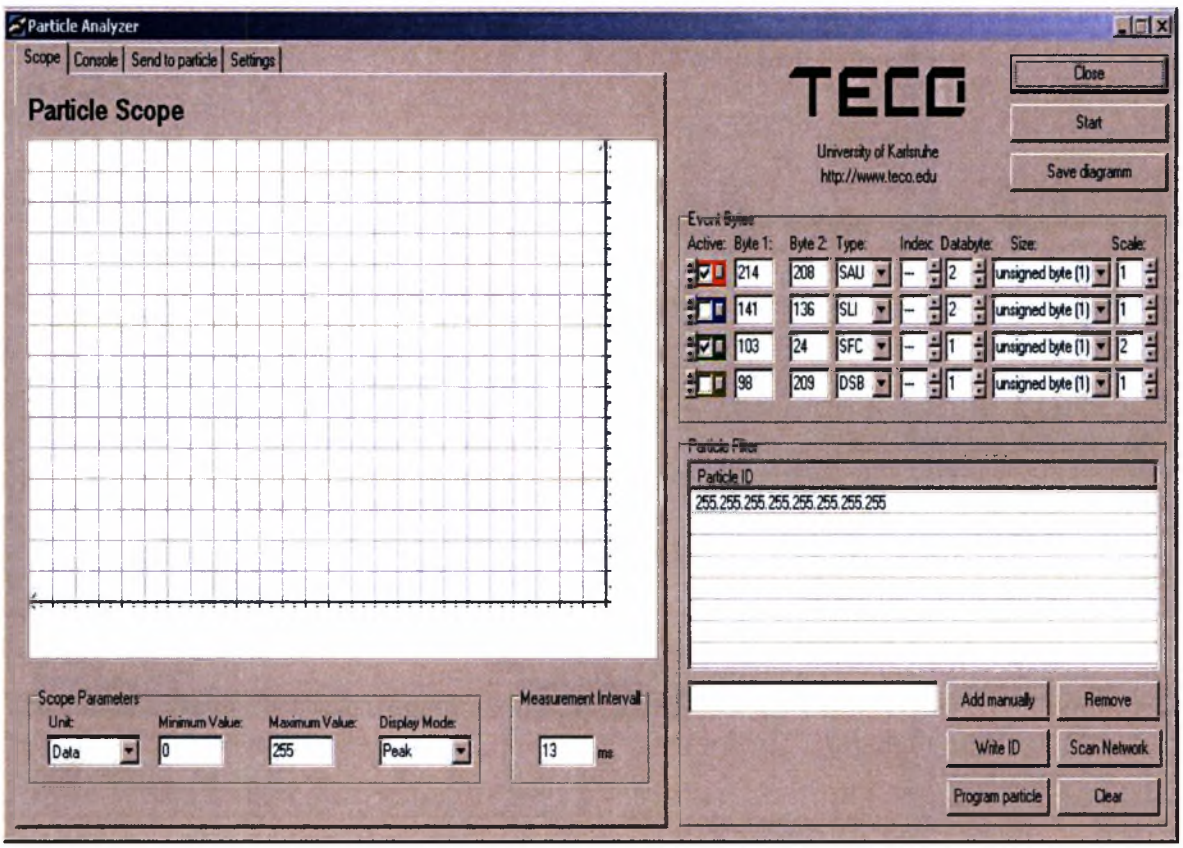


Σχήμα 5-18 Ειδοποίηση χαμηλής μπαταρίας(SendBatLow)

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

6. Λογισμικό των ELC

Το πρόγραμμα που τρέχει πάνω σε κάθε ELC είναι γραμμένο στη γλώσσα προγραμματισμού C και για τη μεταγλώτισή του χρησιμοποιήθηκε ο CCS C compiler ([7]). Μετά το μεταγλωτισμό προκύπτει ένα αρχείο .hex το οποίο αποτελεί το εκτελέσιμο αρχείο που τρέχει στον μικροεπεξεργαστή και το οποίο φορτώνεται σε αυτόν με Over The Air Programming(OTAP) ([8]) με τη βοήθεια του ParticleAnalyzer ([2]). Ο ParticleAnalyzer είναι το λογισμικό διαχείρισης των ELC που παρέχει η πλατφόρμα των particles (Σχήμα 6-1).



Σχήμα 6-1 ParticleAnalyzer software([2])

Τα ELC χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο awarecon και για την ανάπτυξη του προγράμματος μας χρησιμοποιήσαμε το interface της πλατφόρμας των particles και τις συναρτήσεις του awarecon που παρέχονται. Στο header file που δηλώνονται οι ACL πλειάδες του συστήματος προσθέσαμε τις δηλώσεις των τεσσάρων καινούργιων ACL πλειάδων που δημιουργήσαμε (PRI, SLP, BAT, ACK). Στο header file του

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

προγράμματος μας κάνουμε τα απαραίτητα include των αρχείων c ή h που παρέχουν τις έτοιμες συναρτήσεις και αφορούν τον μικροεπεξεργαστή, τον πομποδέκτη, τον αισθητήρα τάσης, το πρωτόκολλο awarecon και μας χρειάζονται για την υλοποίηση του συστήματος μας.

Στο πρόγραμμα μας η μοναδική συνάρτηση που υλοποιούμε είναι η voltage() η οποία επιστρέφει την τάση της μπαταρίας ενός ELC. Δεν υλοποιούμε άλλες συναρτήσεις καθώς δεν μας χρειάζεται κάτι το οποίο δεν παρέχεται από το API της πλατφόρμας.

Στη main() λοιπόν του προγράμματος μας αφού αρχικοποιήσουμε την πλακέτα και το ACL buffer, εξουσιοδοτούμε το ELC να λαμβάνει όλα τα πακέτα αγνοώντας τη λίστα συνδρομών και ρυθμίζουμε το μπλε LED να αναβοσβήνει όταν το ELC λαμβάνει ένα πακέτο. Στη συνέχεια δημιουργούμε έναν ατέρμονο βρόχο όπου αρχικά καλούμε την voltage(). Αν η τάση είναι μεγαλύτερη από 800mV=0.8V και δεν έχουμε πάρει επιβεβαίωση από τον server οτι έχει λάβει ειδοποίηση οτι η μπαταρία είναι εντάξει (χρησιμοποιούμε ένα flag για κανονική μπαταρία) τότε και εφ' όσον δεν στέλνεται κάτι εκείνη τη στιγμή, δημιουργείται ένα πακέτο ειδοποίησης οτι η μπαταρία είναι εντάξει και αποστέλλεται στον server. Αντίστοιχα αν η τάση είναι μικρότερη από 800mV και δεν έχουμε πάρει επιβεβαίωση από τον server οτι έχει λάβει ειδοποίηση για χαμηλή μπαταρία (χρησιμοποιούμε ένα flag για χαμηλή μπαταρία) και πάλι εφ' όσον δεν στέλνεται κάτι εκείνη τη στιγμή, δημιουργείται ένα πακέτο ειδοποίησης χαμηλής μπαταρίας και αποστέλλεται στον server. Στη συνέχεια του βρόχου, το πρόγραμμα αναμένει να λάβει δεδομένα. Όταν αυτό γίνει, ελέγχεται καταρχήν αν τα δεδομένα αφορούν το συγκεκριμένο ELC (συγκρίνεται δηλαδή το ID του ELC με το ID του παραλήπτη του πακέτου). Αν ναι, τότε λαμβάνεται το πακέτο και εξετάζεται ως προς το περιεχόμενό του.

Αν πρόκειται για πακέτο αλλαγής λειτουργίας του ELC σε κατάσταση χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας (sleep mode) εξάγεται από το πακέτο ο επιθυμητός χρόνος λειτουργίας σε αυτή την κατάσταση, διακόπτεται η λειτουργία του ACL buffer και σβήνουν τα LED's του ELC. Μολίς παρέλθει το εξαγόμενο χρονικό διάστημα, ξεκινάει ξανά να λειτουργεί το ACL buffer και τα LED's επανέρχονται στον αρχικό τρόπο λειτουργίας (το μπλε LED να αναβοσβήνει όταν η HE λαμβάνει πακέτα).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

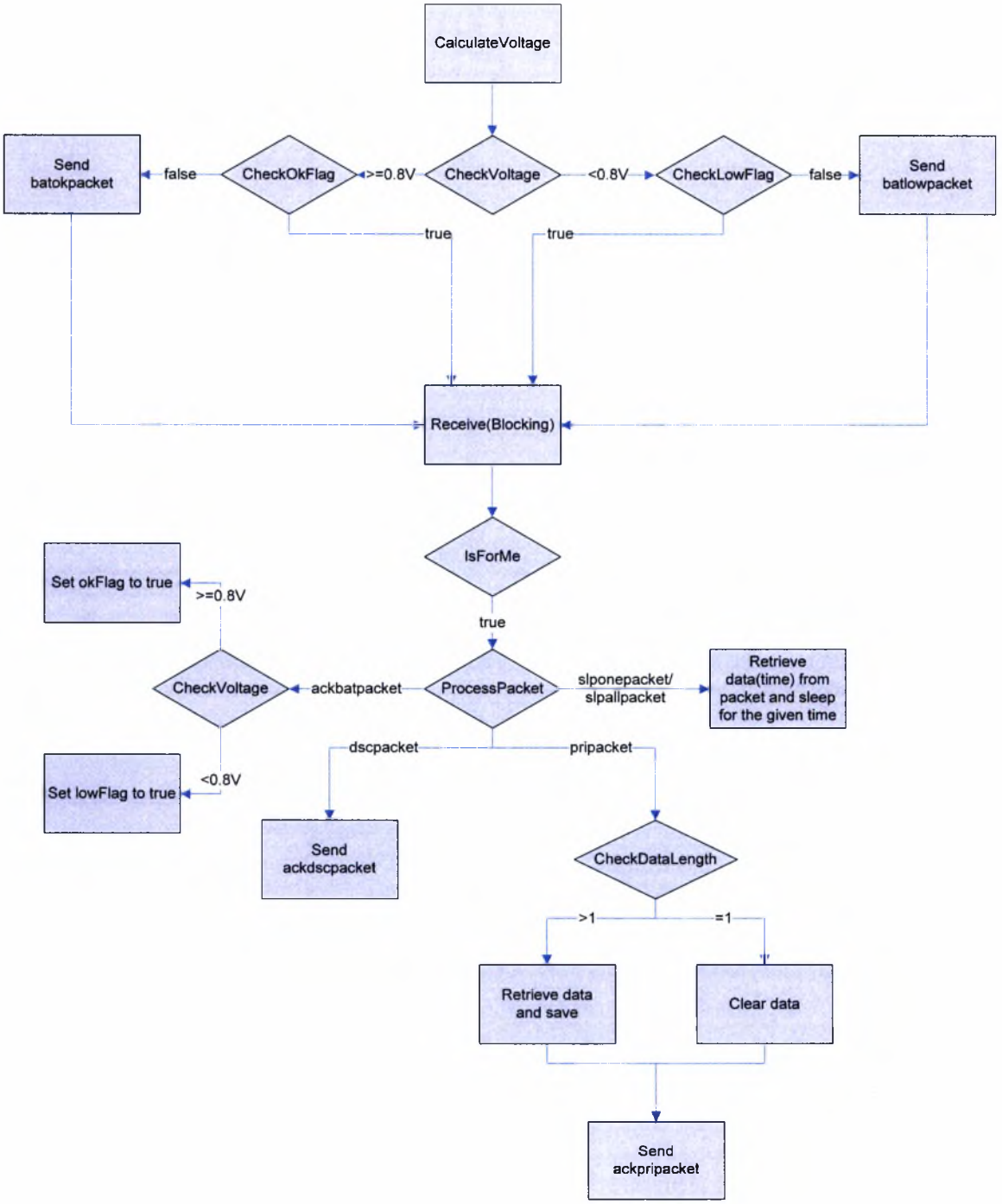
Αν πρόκειται για πακέτο δεδομένων (τιμή και περιγραφή προιόντος) ελέγχεται αρχικά το μέγεθος των δεδομένων. Αν είναι 1, τότε το buffer αποθήκευσης μηδενίζεται διαφορετικά αποθηκεύονται σε αυτό τα νέα δεδομένα. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις ακολουθεί η αποστολή πακέτου επιβεβαίωσης στον server.

Αν πρόκειται για πακέτο ανακάλυψης του ELC, απλά στέλνεται το αντίστοιχο πακέτο επιβεβαίωσης στον server.

Αν πρόκειται για πακέτο επιβεβαίωσης από τον server για την λήψη της κατάστασης της μπαταρίας απλά αλλάζει η τιμή της αντίστοιχης flag ώστε με την επανεκκίνηση του βρόχου να μην ξανασταλεί ειδοποίηση για την μπαταρία παρά μόνο όταν μεταβληθεί η κατάστασή της.

Ένας κύκλος εκτέλεσης του προγράμματος που εκτελείται σε κάθε ELC δίνεται και σε μορφή διαγράμματος ροής (Σχήμα 6-2) ενώ οι συναρτήσεις που χρησιμοποιήσαμε για την υλοποίηση του παραπάνω προγράμματος από το API της πλατφόρμας ([2]) περιγράφονται στο παράρτημα 1.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

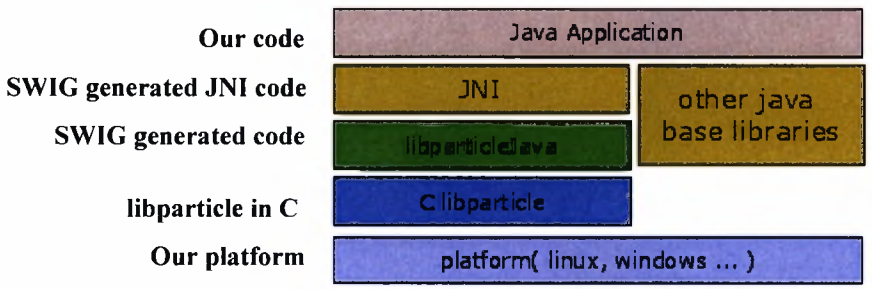


Σχήμα 6-2 Διάγραμμα ροής ενός κύκλου εκτέλεσης του προγράμματος στα ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

7. Λογισμικό του Server

Το λογισμικό που τρέχει στον server είναι γραμμένο σε Java. Για να γίνει αυτό εφικτό χρησιμοποιήσαμε το high level libparticle της πλατφόρμας το οποίο χρησιμοποιεί το SWIG ([9]) για να συνδέσει το libparticle που είναι γραμμένο σε C με τις γλώσσες υψηλότερου επιπέδου όπως η Java (Σχήμα 7-1).



Σχήμα 7-1 Libparticle ([2])

7.1. Βάση δεδομένων

Χρησιμοποιήσαμε τη βάση δεδομένων MySQL ([10]). Αποτελείται από δύο πίνακες.

Τον **πίνακα elcs** που περιέχει τις εξής πληροφορίες για τις ΗΕ:

- elc id: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 31. Κρατάει το μοναδικό id του κάθε ELC που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με αυτό. Αποτελεί πρωτεύων κλειδί στον πίνακα.
- Slpuntil: Είναι τύπου datetime. Κρατάει την ακριβή ημερομηνία μέχρι την οποία ένα ELC πρέπει να βρίσκεται σε sleep mode.
- Fault: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 3. Παίρνει τιμές "yes" ή "no" οι οποίες δηλώνουν την πιθανή ύπαρξη ασυνέπειας μεταξύ της βάσης δεδομένων και ενός ELC.
- Battery: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 3. Παίρνει τιμές "ok" ή "low" οι οποίες δηλώνουν την κατάσταση της μπαταρίας ενός ELC.
- Mode: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 3. Παίρνει τιμές "on" ή "off" οι οποίες δηλώνουν την κατάσταση λειτουργίας ενός ELC και ενημερώνονται

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

μετά από κάθε προσπάθεια ανακάλυψης ενός ELC ανάλογα με το αποτέλεσμα.

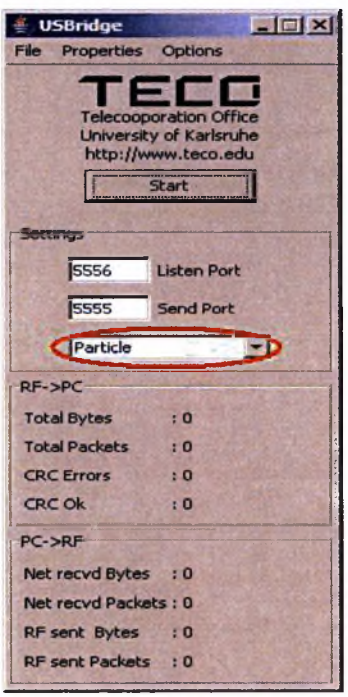
- Code: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 6. Δηλώνει τον κωδικό του προιόντος που είναι ανατιθεμένο στο κάθε ELC. Αν κανένα προιόν δεν έχει ανατεθεί σε ένα ELC, η τιμή του πεδίου είναι "none".

Τον **πίνακα products** που περιέχει τις εξής πληροφορίες για τα products:

- Code: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 6. Δηλώνει τον μοναδικό κωδικό ενός προιόντος. Αποτελεί πρωτεύων κλειδί στον πίνακα.
- Name: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 30. Δηλώνει το όνομα (περιγραφή) ενός προιόντος.
- Price: Είναι τύπου varchar με μέγιστο μέγεθος 7. Δηλώνει την τιμή ενός προιόντος.

7.2. Java προγραμμα

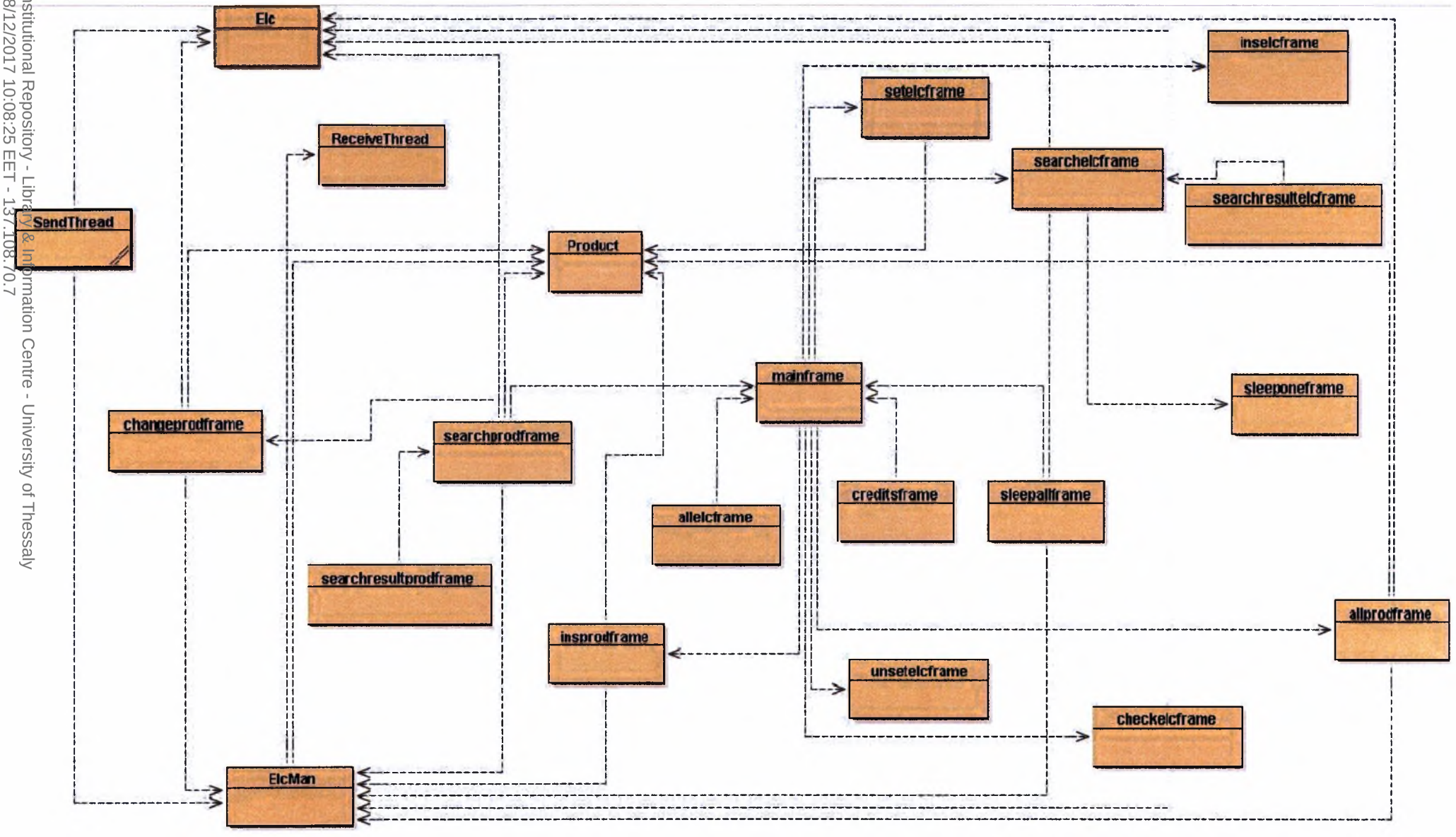
Για να τρέξει το πρόγραμμα μας απαιτείται να έχουμε εγκατεστημένο τον MySQL server ([10]), το JDK και το JRE (1.4 και μετά) ([11]). Εκκινούμε τον MySQL server, τρέχουμε το λογισμικό του USB bridge και πατώντας το Start βάζουμε σε λειτουργία το USB bridge (Σχήμα 7-2).



Σχήμα 7-2 USB bridge software

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



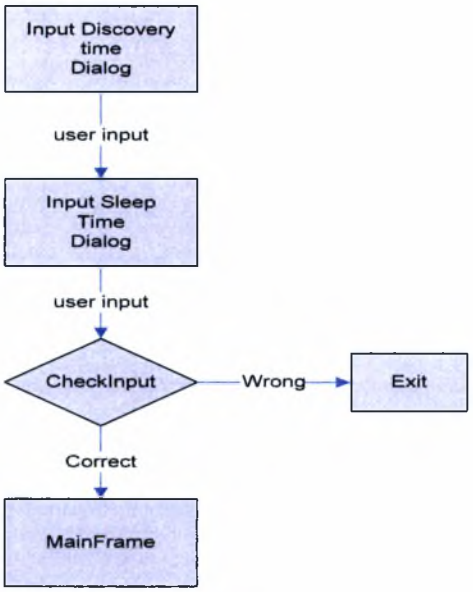
Σχήμα 7-3 Διάγραμμα συσχέτισης κλάσεων

Το λεπτομερές διάγραμμα που απεικονίζει τις κλάσεις του προγράμματος μας και τις μεταξύ τους σχέσεις φαίνεται παραπάνω (Σχήμα 7-3). Επιπλέον, για να γίνουν πλήρως κατανοητές οι λειτουργίες του προγράμματος, τα επίπεδα λειτουργικότητας του, η αλληλεπιδράση με το χρήστη και οι συσχετίσεις όλων αυτών στο κεφάλαιο αυτό δίνονται τμηματικά διαγράμματα ροής του προγράμματος.

Όπως είδαμε στο κεφάλαιο 2, το πρόγραμμα αποτελείται από 4 νήματα που τρέχουν παράλληλα. Το νήμα του γραφικού περιβάλλοντος είναι προφανώς ασύχρονο και είναι το μόνο που εκτελείται στο προσκήνιο. Το νήμα παραλαβής είναι επίσης ασύγχρονο, blocking καθώς παραμένει σε αναμονή για τη λήψη δεδομένων ενώ εκτελείται στο παρασκήνιο. Το νήμα αποστολής εκτελείται και αυτό στο παρασκήνιο, και είναι non-blocking. Στο νήμα αποστολής, οι λειτουργίες της περιοδικής ανακάλυψης των ELC (discovery) και του ελέγχου για την πιθανή αποστολή πακέτων σε κάποια ELC για τη λειτουργία τους σε sleep mode είναι σύγχρονες ενώ η αποστολή δεδομένων στα ELC είναι ασύχρονη καθώς γίνεται από τον χρήστη(event triggered).

Με την έναρξη του προγράμματος, ζητείται από το χρήστη σε μορφή παραθύρων διαλόγου να εισάγει την χρονική περίοδο σε λεπτά που το πρόγραμμα θα ‘‘ανακαλύπτει’’ τα ELC και την μικρότερη χρονική περίοδο σε λεπτά ξανά που θα μπορεί ένα ELC να λειτουργήσει σε sleep mode. Οι προκαθορισμένες τιμές που χρησιμοποιήθηκαν για τις ανάγκες των πειραμάτων μας είναι 3min και 1min αντίστοιχα. Οποιαδήποτε λανθασμένη ή μη αποδεκτή εισαγωγή από το χρήστη στα παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα τον τερματισμό του προγράμματος (Σχήμα 7-4).

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 7-4 Έναρξη του προγράμματος

Μετά την εισαγωγή των χρόνων αυτών το πρόγραμμα ξεκινάει τη λειτουργία του και εμφανίζεται το γραφικό περιβάλλον στον χρήστη. Αρχικά, προσπαθεί να ''ανακαλύψει'' όλα τα ELC που είναι αποθηκευμένα στη βάση και δεν είναι σε sleep mode. Αυτό πραγματοποιείται με την αποστολή ενός πακέτου ανακάλυψης και την αναμονή για επιβεβαιώση από τα ELC. Ανάλογα με το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας ενημερώνεται η βάση δεδομένων και συγκεκριμένα η στήλη mode του πίνακα smartlabels, σε ''on'' για τα ELC από τα οποία λάβαμε επιβεβαίωση ή σε ''off'' σε αντίθετη περίπτωση. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται ακόμα μία φορά αλλά μόνο για τα ELC που δεν ''ανακαλύφθηκαν'' (mode off). Αυτό το κάνουμε για να ελαχιστοποιήσουμε την πιθανότητα να υπάρχουν ELC που λειτουργούν κανονικά αλλά δεν ''ανακαλύφθηκαν'' (πιθανόν δεν έφτασε το πακέτο στο ELC ή η επιβεβαίωση στο server) οπότε και θα θεωρηθούν λανθασμένα εκτός λειτουργίας. Η παραπάνω διαδικασία λαμβάνει χώρα περιοδικά στο background του προγράμματος ανά χρόνο t_l, όπου t_l είναι ο χρόνος ''ανακάλυψης'' που εισήγαγε ο χρήστης με την εκκίνηση του προγράμματος.

Στη συνέχεια ελέγχουμε αν κάποιο από τα ELC (ή ακόμα και όλα) πρέπει να βρίσκεται σε sleep mode και αν συμβαίνει κάτι τέτοιο στέλνεται το αντίστοιχο πακέτο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της βάσης δεδομένων και συγκεκριμένα της στήλης slpuntil του πίνακα elcs σε σύγκριση με τον παρόντα χρόνο. Αν το slpuntil ενός ELC είναι μεγαλύτερο από τον παρόντα χρόνο στέλνεται ένα πακέτο sleep mode στο αντίστοιχο ELC που θα έχει ως αποτέλεσμα τη λειτουργία του σε

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

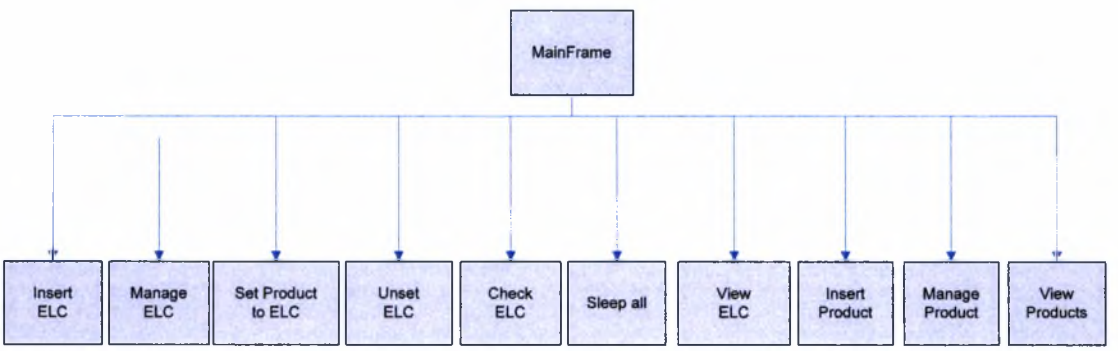
sleep mode για χρόνο t_2, όπου t_2 είναι ο χρόνος μικρότερης δυνατής λειτουργίας ενός ELC σε sleep mode που εισήγαγε ο χρήστης με την εκκίνηση του προγράμματος. Στην περίπτωση που όλα τα ELC πρέπει να βρίσκονται σε sleep mode στέλνεται ένα και μοναδικό πακέτο sleep mode στην broadcast διεύθυνση (255.255.255.255.255.255.255.255). Η παραπάνω διαδικασία λαμβάνει χώρα περιοδικά στο background του προγράμματος ανά χρόνο t_2.

Η προφανής διαδικασία θα ήταν ο χρήστης να στέλνει στο ELC ένα πακέτο που θα περιέχει το χρόνο που θα πρέπει αυτό να λειτουργήσει σε sleep mode. Όταν όμως ένα ELC είναι σε sleep mode δεν μπορεί να λάβει ούτε και να στείλει δεδομένα.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν οτι σε περίπτωση εισαγωγής του χρήστη λανθασμένου χρόνου ή ακόμα και αλλαγής της απόφασης του και επιθυμίας του να επαναφέρει σε λειτουργία το ELC αμέσως ή σε πιο σύντομο χρονικό διάστημα αυτό θα ήταν ανέφικτο. Για να αντιμετωπίσουμε λοιπόν τα παραπάνω προβλήματα μοντελοποιήσαμε τη λειτουργία ως εξής:

Ο χρήστης εισάγει τον ακριβή χρόνο που επιθυμεί το ELC να επιστρέψει σε κανονική λειτουργία. Με την χρήση του t2 αυτό που γίνεται είναι να στέλνεται ενα πακετο sleep mode ανα t2 min το οποίο επιφέρει λειτουργία του ELC σε sleep mode για t2 min.

Στο γραφικό περιβάλλον του χρήστη υπάρχουν οι εξής επιλογές (Σχήμα 7-5):

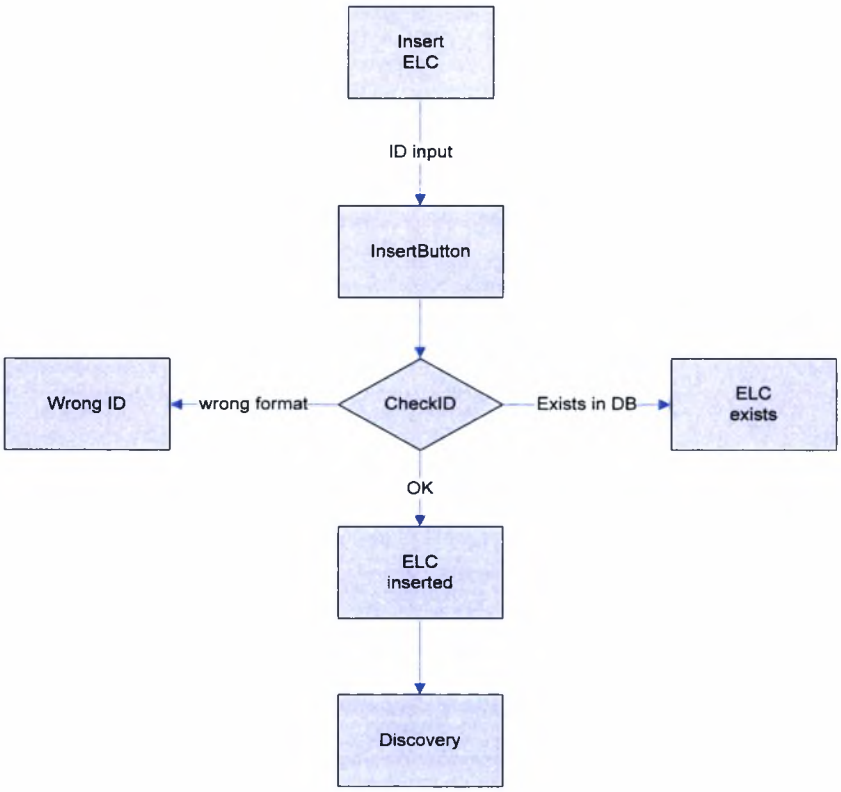


Σχήμα 7-5 Επιλογές γραφικού περιβάλλοντος

- **Insert ELC (** Σχήμα 7-6**)**

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

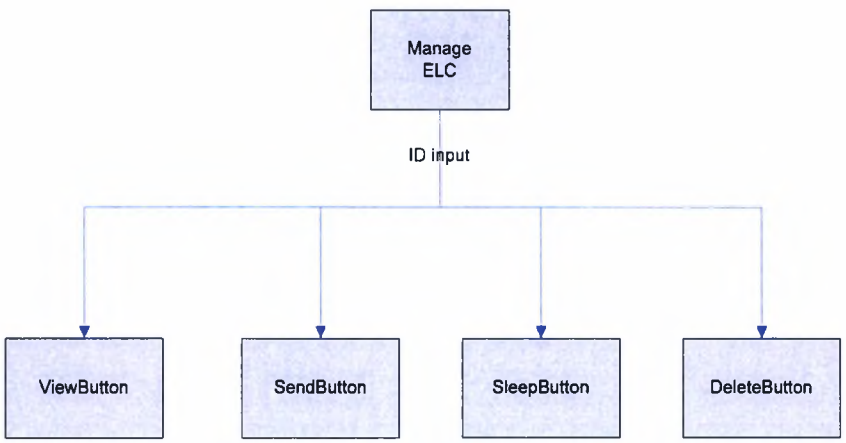
Ο χρήστης εισάγει το id του ELC και το αντίστοιχο ELC εισάγεται στη βάση δεδομένων. Στη συνέχεια επιχειρεί να το ανακαλύψει έτσι ώστε να ενημερώσει τη βάση δεδομένων για την κατάσταση του (mode on/off)



Σχήμα 7-6 Εισαγωγή ενός ELC

- **Manage ELC (** Σχήμα 7-7**)**

Ο χρήστης εισάγει το id ενός ELC και στη συνέχεια έχει τις ακόλουθες επιλογές:

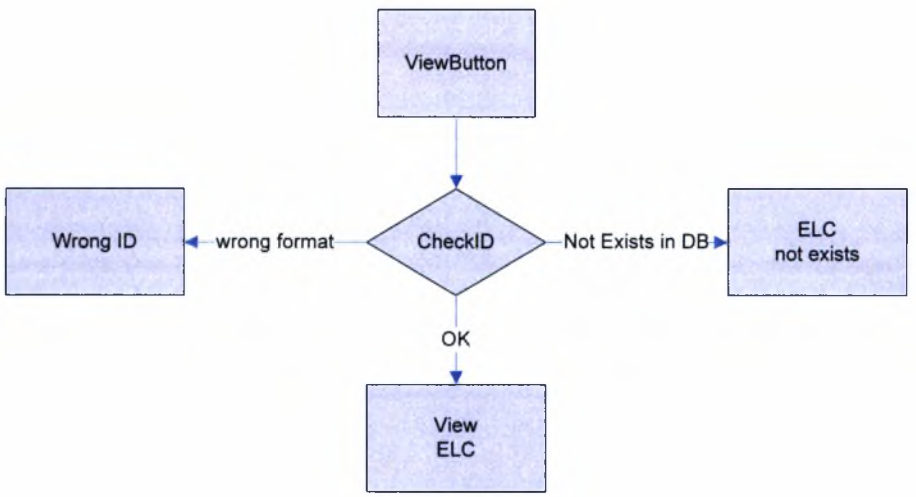


Σχήμα 7-7 Διαχείριση ενός ELC

- View (Σχήμα 7-8): Εμφανίζεται η κάρτα με τα στοιχεία του ζητούμενου ELC. Πιο συγκεκριμένα οι πληροφορίες που παρέχονται είναι:

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

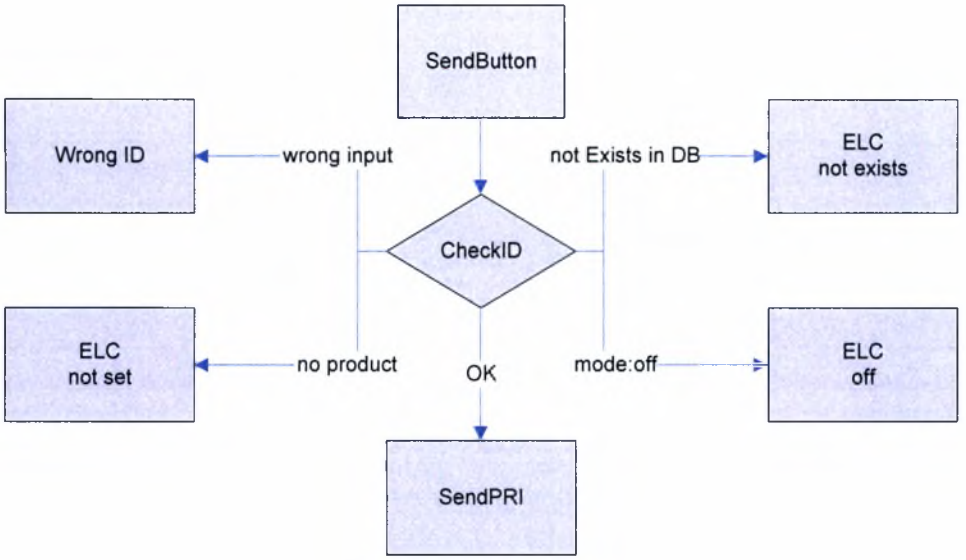
- ✓ το id του ELC
- ✓ η ημερομηνία και ο χρόνος μέχρι τον οποίο το ELC θα είναι σε sleep mode ενώ αν το ELC βρίσκεται σε κανονική λειτουργία εμφανίζεται η ημερομηνία και ο χρόνος της τελευταίας φοράς που βρέθηκε σε κατάσταση sleep mode
- ✓ Αν υπάρχει πιθανότητα λάθους (μη ταύτιση) ανάμεσα στις πληροφορίες που υπάρχουν στη βάση και στο ELC
- ✓ Την κατάσταση της μπαταρίας του ELC
- ✓ Τον κωδικό του προιόντος που το ELC απεικονίζει, αν βέβαια υπάρχει.



Σχήμα 7-8 Προβολή πληροφοριών ενός ELC

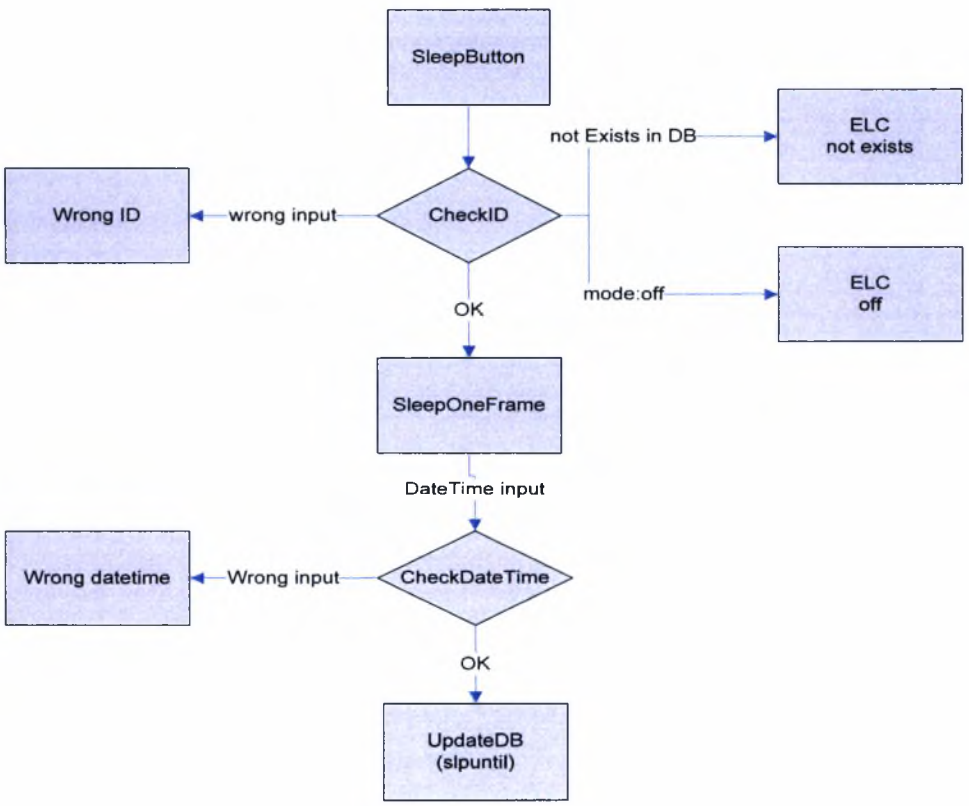
- Send (Σχήμα 7-9): Στέλνεται στο ELC η περιγραφή και η τιμή του προιόντος στο οποίο αναφέρεται. Η επιλογή αυτή είναι χρήσιμη σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο αποτύχει η αυτόματη ενημέρωση του ELC ή όταν υπάρχει πιθανό λάθος στο ELC.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 7-9 Αποστολή δεδομένων σε ένα ELC

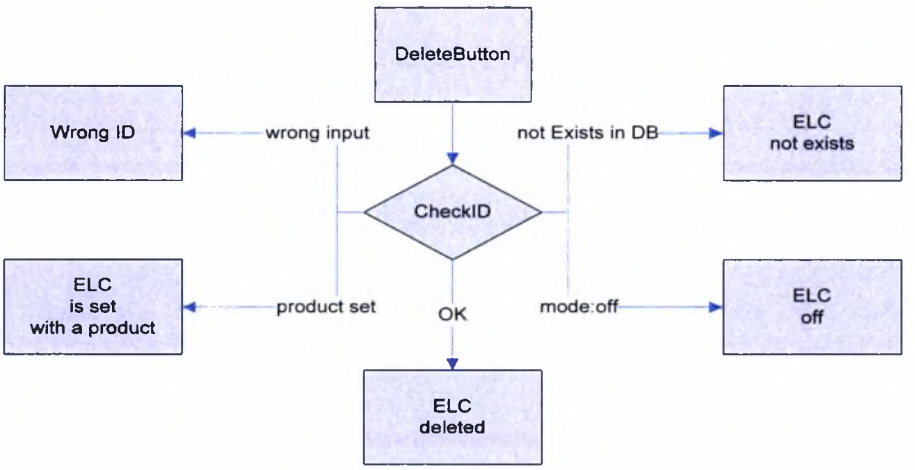
- Sleep (Σχήμα 7-10): Ο χρήστης εισάγει την την ημερομηνία και την ώρα μέχρι την οποία επιθυμεί το ζητούμενο ELC να τεθεί σε λειτουργία sleep mode και ενημερώνεται ανάλογα η βάση δεδομένων.



Σχήμα 7-10 Λειτουργία ενός ELC σε sleep mode

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

- Delete (Σχήμα 7-11): Διαγράφεται το ζητούμενο ELC από τη βάση δεδομένων. Η διαγραφή επιτυγχάνει μόνο αν το ELC είναι ανενεργό (mode off) και δεν υπάρχει κανένα προιόν που να τις έχει ανατεθεί.

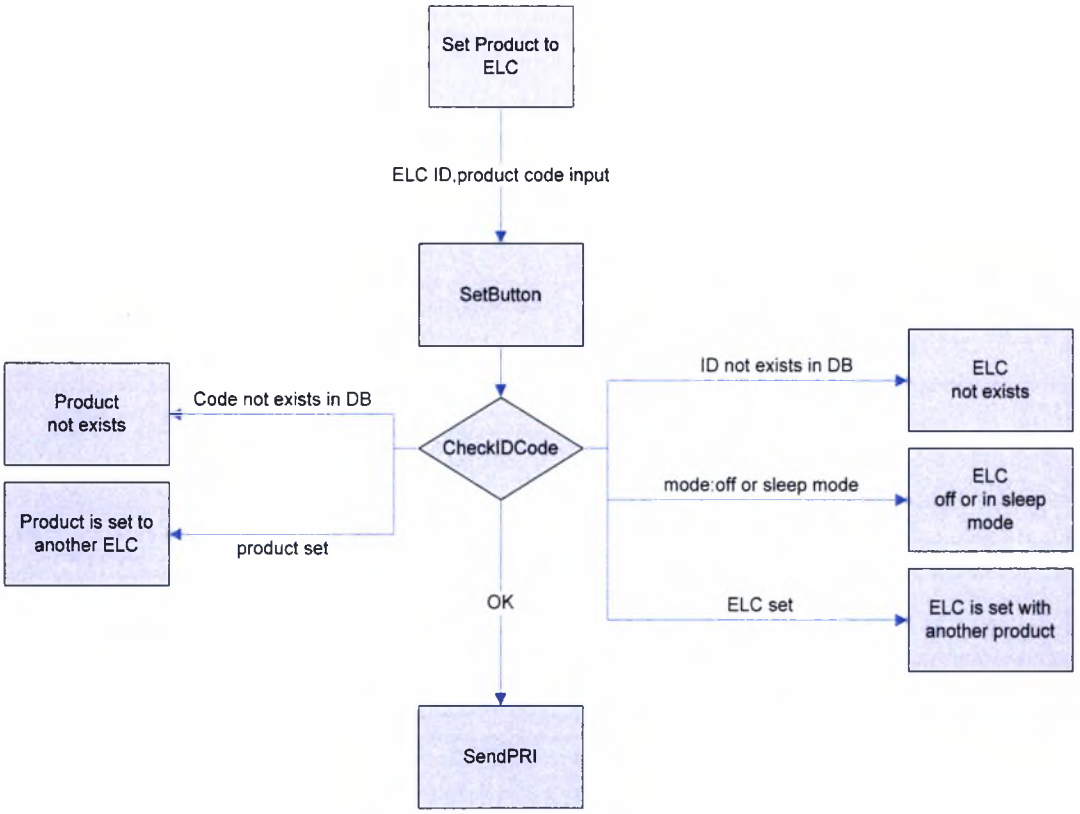


Σχήμα 7-11 Διαγραφή ενός ELC

- **Set product to ELC** (Σχήμα 7-12)

Ο χρήστης εισάγει το id του ELC και τον κωδικό του προιόντος. Το συγκεκριμένο ELC ενημερώνεται με τα δεδομένα του προιόντος. Για να επιτύχει η διαδικάσια πρέπει στο ELC να μην έχει ήδη ανατεθεί κάποιο άλλο προιόν, το προιόν αυτό να μην είναι ήδη ανατιθεμένο σε κάποια άλλο ELC και το ELC να είναι σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας (mode on)

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

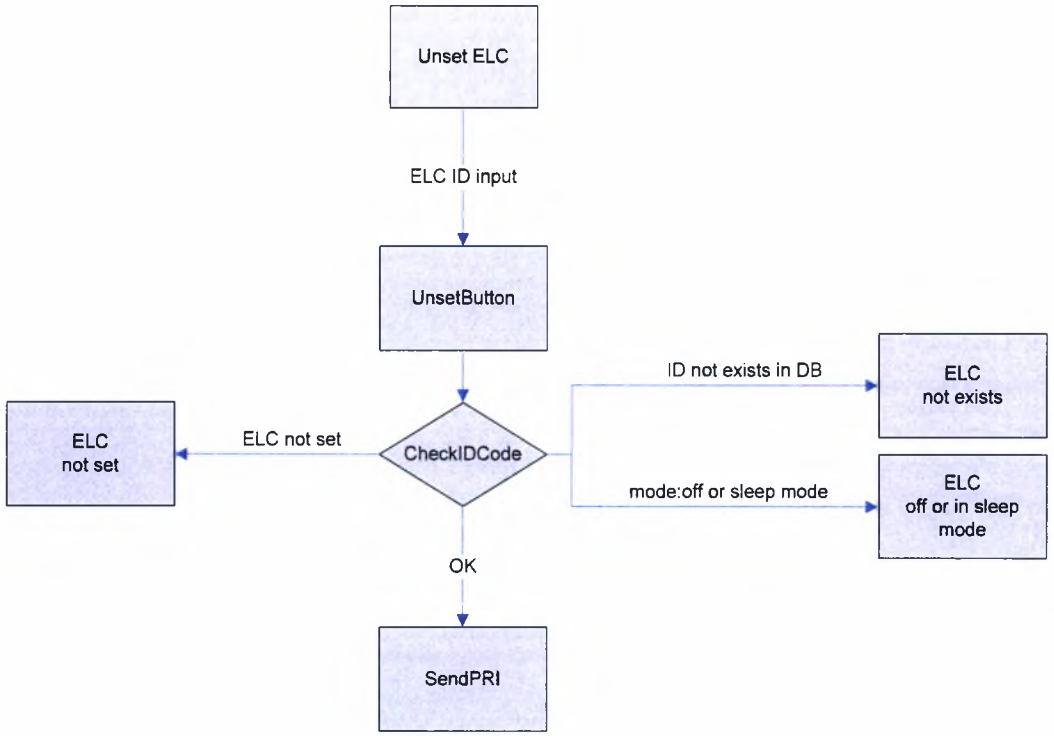


Σχήμα 7-12 Ανάθεση ενός προιόντος σε ένα ELC

- **Unset ELC** (Σχήμα 7-13)

Ο χρήστης εισάγει το id του ELC. Το ELC ενημερώνεται και διαγράφονται τα δεδομένα του. Για να επιτύχει η διαδικασία πρέπει το ELC να βρίσκεται σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας.

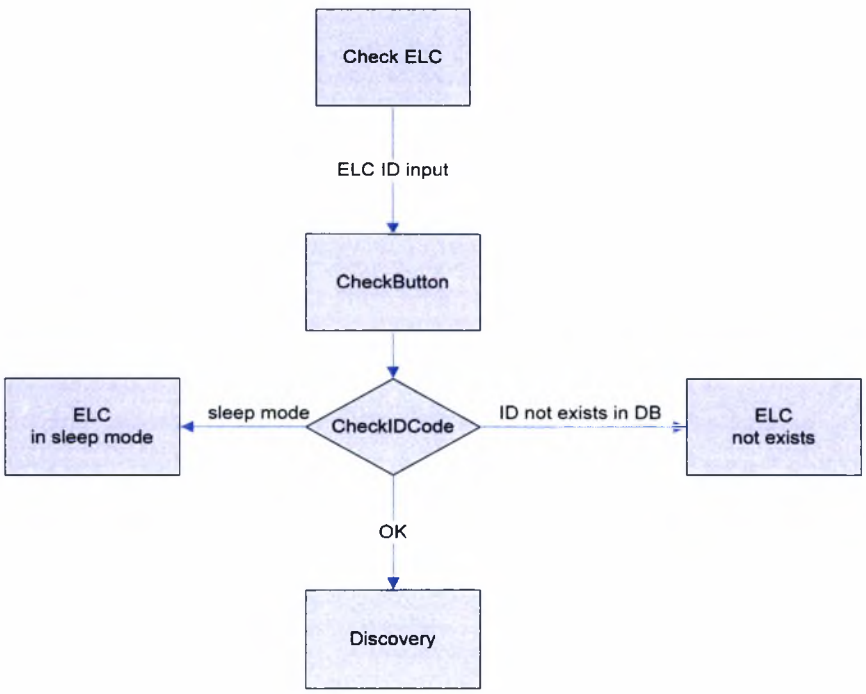
Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 7-13 Καθαρισμός ενός ELC

- **Check ELC** (Σχήμα 7-14)

Ο χρήστης εισάγει το id του ELC. Επιχειρείται προσπάθεια ανακάλυψης του συγκεκριμένου ELC και ανάλογα με το αποτέλεσμα αυτής ενημερώνεται και η βάση δεδομένων.

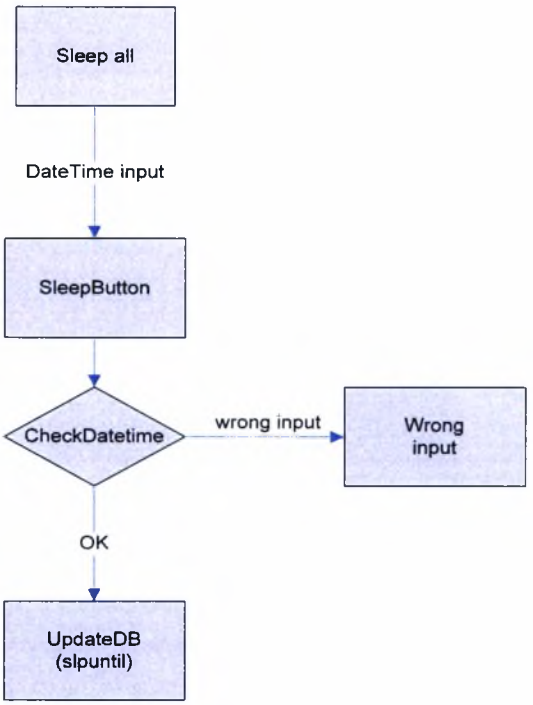


Σχήμα 7-14 Ανακάλυψη ενός ELC από τον χρήστη

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

- **Sleep all** (Σχήμα 7-15)

Ο χρήστης εισάγει την ημερομηνία και την ώρα μέχρι την οποία επιθυμεί όλα τα ενεργά ELC (mode on) να λειτουργούν σε sleep mode και ενημερώνεται ανάλογα η βάση δεδομένων.



Σχήμα 7-15 Λειτουργία όλων των ELC σε sleep mode

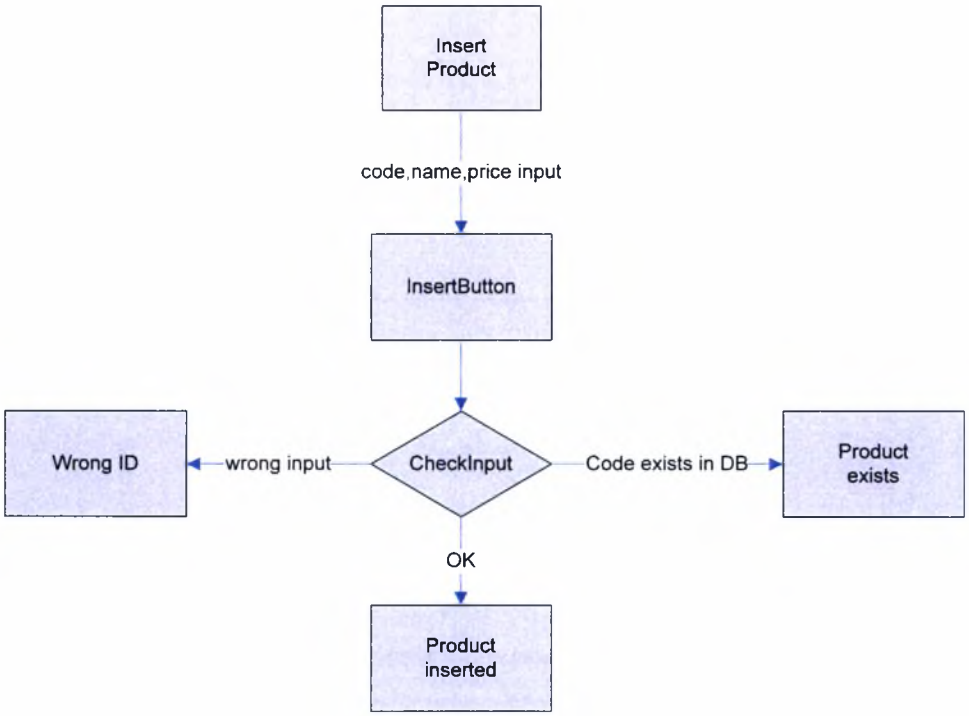
- **View ELCs**

Με την επιλογή αυτή εμφανίζονται στον χρήστη σε μορφή πίνακα όλα τα ELC με τις πληροφορίες τους που υπάρχουν στο σύστημα.

- **Insert product** (Σχήμα 7-16)

Ο χρήστης εισάγει τον κωδικό του προιόντος, την περιγραφή και την τιμή του και αυτά εισάγονται στη βάση δεδομένων.

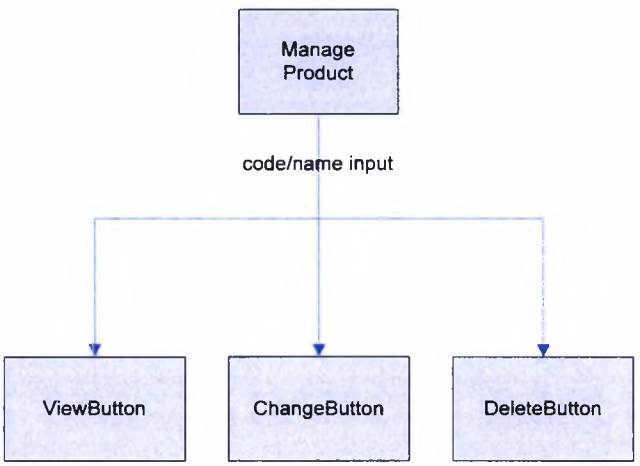
Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 7-16 Εισαγωγή ενός προιόντος

- **Manage product** (Σχήμα 7-17)

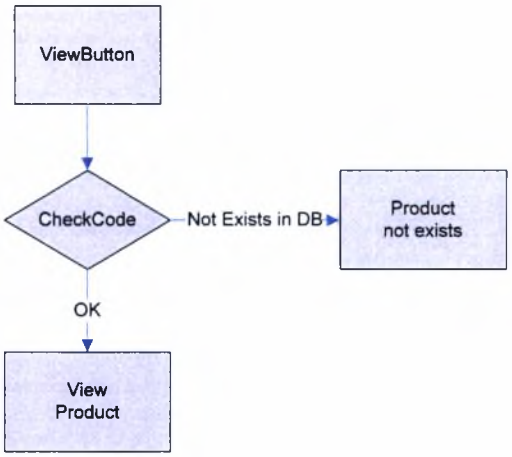
Ο χρήστης εισάγει είτε τον κωδικό του προιόντος είτε την περιγραφή του και στη συνέχεια έχει τις ακόλουθες επιλογές.



Σχήμα 7-17 Διαχείριση ενός προιόντος

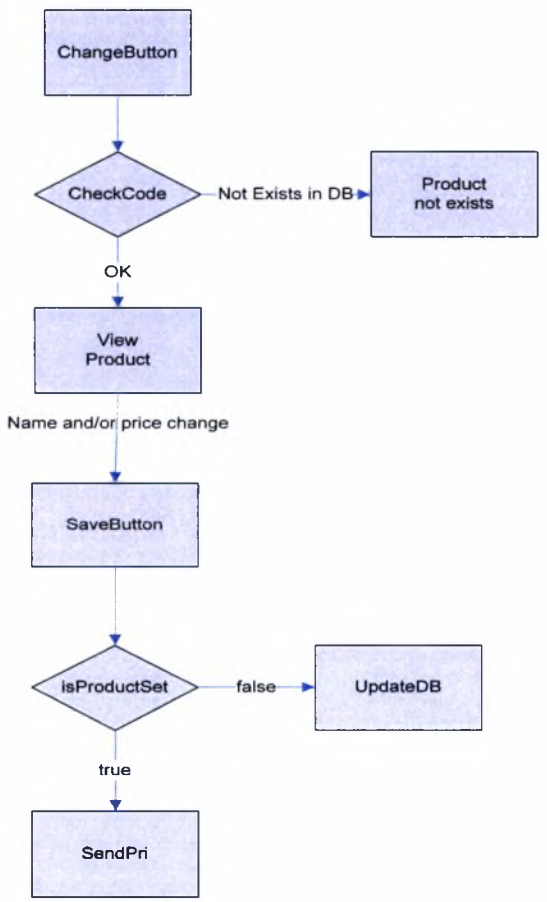
- View (Σχήμα 7-18): Εμφανίζεται η κάρτα με τα στοιχεία του ζητούμενου προιόντος και πιο συγκεκριμένα ο κωδικός, η περιγραφή, η τιμή και το id του συσχετισμένου ELC αν υπάρχει.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Σχήμα 7-18 Προβολή πληροφοριών ενός προιόντος

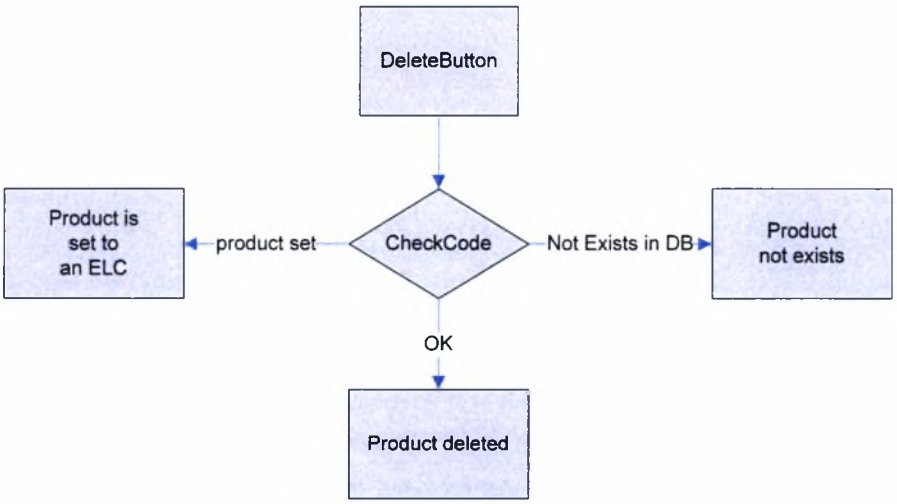
- Change (Σχήμα 7-19): Μέσω της επιλογής αυτής, δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη να αλλάξει την περιγραφή ή/και την τιμή του συγκεκριμένου προιόντος. Αν το προιόν είναι συσχετισμένο με κάποιο ELC για να επιτύχει η διαδικασία θα πρέπει το ELC να βρίσκεται σε κανονική λειτουργία.



Σχήμα 7-19 Αλλαγή δεδομένων ενός προιόντος

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

- Delete (Σχήμα 7-20): Διαγράφεται το συγκεκριμένο προιόν από τη βάση δεδομένων. Η διαγραφή επιτυγχάνει μόνο αν το προιόν δεν συσχετίζεται με κάποιο ELC.



Σχήμα 7-20 Διαγραφή ενός προιόντος

- **View products**

Με την επιλογή αυτή εμφανίζονται στον χρήστη σε μορφή πίνακα όλα τα προιόντα με τις πληροφορίες τους που υπάρχουν στο σύστημα.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

8. Επεκτάσεις - Βελτιώσεις

Η παρούσα διπλωματική αποτελεί μια ενδεικτική υλοποίηση για την χρήση ηλεκτρονικών ετικετών στα ράφια των καταστημάτων για την κεντρική διαχείριση και αναγραφή των τιμών των προιόντων. Πολλές διαφορετικές υλοποιήσεις με τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα η καθεμία είναι εφικτές. Μερικές από τις ιδέες μας για αλλαγές,προσθήκες και βελτιώσεις είναι:

- Η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιούμε για την υλοποίηση του συστήματος μας είναι client-server ([12]). Το ELC που εφαρμόζει στο USB bridge λειτουργεί ως server και τα υπόλοιπα ELC ως clients. Αυτό προυποθέτει τα ELC (clients) να λειτουργούν εντός της περιοχής κάλυψης (εμβέλεια) του server. Σε ένα πραγματικό περιβάλλον όμως που οι αποστάσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από την εμβέλεια αυτή (γύρω στα 30 μέτρα) για να είναι εφικτή η λειτουργία του συστήματος, μερικές από τις επιλογές μας μπορεί να είναι:

    - Να δημιουργηθεί ένα δίκτυο από ανεξάρτητα ELC, καθένα από τα οποία θα καλύπτει μια συγκεκριμένη περιοχή από ELC και θα βρίσκονται τουλάχιστον ανά δύο εντός της εμβέλειας λειτουργίας τους. Η δουλειά τους θα είναι στην ουσία η αναμετάδοση των πακέτων που λαμβάνουν έτσι ώστε να μπορεί να φτάσει ένα πακέτο σε οποιοδήποτε ELC μέσα στο δίκτυο.

    - Ο server να κάνει broadcast το πακέτο που θέλει να στείλει. Στα δεδομένα του πακέτου θα πρέπει όμως να περιλαμβάνεται το ID του ELC που αφορά το συγκεκριμένο πακέτο. Κάθε ELC όταν λαμβάνει ένα πακέτο το αναμεταδίδει αν δεν αφορά το ίδιο. Επειδή σε πραγματικό περιβάλλον λειτουργίας του συστήματος υπάρχουν πολλά ELC τα οποία βρίσκονται σε πολύ κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους, η λύση αυτή θα μπορούσε να βρεί εφαρμογή και να είναι αποδοτική.

  Στις παραπάνω δύο υλοποιήσεις υπάρχουν πολλοί παράγοντες (απόδοση, διαθεσιμότητα, επεκτασιμότητα, κατανάλωση ενέργειας κλπ) που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ'οψιν και πολλές τεχνικές (τεχνικές δρομολόγησης, τεχνικές ανάκαμψης από σφάλματα, αποφυγή ασταμάτητης αποστολής δεδομένων κλπ) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καλύτερη υλοποίηση του συστήματος.

- Μια ακόμα προσθήκη από την οποία μπορούμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα είναι η προσομοίωση του συστήματος. Μ' αυτόν τον τρόπο θα είμαστε σε θέση να αξιολογήσουμε με καλύτερο και πιο σαφή τρόπο τις δυνατότητες του συστήματος μας. Ο χρόνος επικοινωνίας με ένα ELC, οι απώλειες πακέτων, ασυνέπειες σε δεδομένα και σφάλματα είναι βασικά στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε για την περαιτέρω ανάπτυξη και βελτίωση του συστήματος.

- Η συνέπεια μεταξύ των δεδομένων που βρίσκονται στη βάση δεδομένων και των δεδομένων που απεικονίζουν τα ELC είναι καίριας σημάσιας. Για τον λόγο αυτό, στην υλοποίηση μας υπάρχει η ένδειξη πιθανού λάθους (ασυνέπειας) για κάθε

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

ELC. Γίνεται επομένως εύκολα αντιληπτό οτι, ένας έλεγχος ανά τακτά χρονικά διαστήματα μεταξύ των δεδομένων αυτών και η υιοθέτηση μιας ενιαίας πολιτικής για το χειρισμό των ασυνεπειών θα είναι ιδιαίτερα χρήσιμος.

- Τέλος, μια ακόμα λειτουργική προσθήκη θα είναι ο χρονοπρογραμματισμός εργασίων από το χρήστη του συστήματος. Οι λειτουργίες του συστήματος μας όπως η αλλαγή τιμών σε προιόντα, η ενημέρωση των ELC και η λειτουργία αυτών σε sleep mode να μπορούν να προγραμματιστούν για να εκτελεστούν σε κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

9. Βιβλιογραφία

[1] RFID tags, (http://www.spychips.com/rfid_overview.html) ,

[2] University of Karlsruhe, "Teco Particle web site",(http://particle.teco.edu)

[3] Michael Beigl et al, "AwareCon: Situation Aware Context Communication", Proceedings of Ubicomp 2003, Oct. 12-15, Seattle, USA

[4] "RF", (http://www.myrf.org)

[5] Mobile Ad Hoc Networking, IEEE Press (John Wiley & Sons), 2004

[6] Michael Beigl et al, "ConCom – A language and Protocol for Communication of Context", Technical Report ISSN 1432-7864 2004/19

[7] CCS C compiler, (www.ccsinfo.com)

[8] "Over the air programming" (http://research.cens.ucla.edu/portal/page?_pageid=56,55868,56_55869&_dad=portal&_schema=PORTAL)

[9] SWIG, (http://www.swig.org)

[10] MySQL, (http://www.mysql.com)

[11] JDK, (http://java.sun.com/javase/index.jsp)

[12] "client-server",(http://www.sei.cmu.edu/str/descriptions/clientserver_body.html)

[13] "Ilid", (http://www.ilid.com.au)

[14] "Elabel systems", (http://www.elabelsys.com)

[15] "Tagnetics", (http://www.tagnetics.com)

[16] "Pricer", (http://www.pricer.com)

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

10. Παράρτημα 1 (API's)

10.1. Συναρτήσεις των particles που χρησιμοποιήσαμε

int VoltageSensorPrepare()

Ρυθμίζει και αρχικοποιεί τον αισθητήρα για να είναι έτοιμος για δειγματοληψία.

Επιστρέφει 0 αν δεν υπάρξει λάθος.

VoltageSensorGet(long* value)

Μετράει τη τάση της μπαταρίας και αποθηκεύει το αποτέλεσμα σε mV στη value.

Επιστρέφει 0 αν δεν υπάρξει λάθος.

void PCInit()

Αρχικοποιεί την πλακέτα.

void ACLInit()

Αρχικοποιεί το ACL επίπεδο και την ACL στοίβα.

void enable_interrupts(global)

Ενεργοποιεί τις RF διακοπές.

void ACLSubscribeAll()

Λαμβάνονται όλα τα εισερχόμενα πακέτα. Αγνοείται η λίστα συνδρομών.

void AppSetLEDBehaviour(int ledstyle)

Ρυθμίζει τον τρόπο λειτουργίας των LED's της πλακέτας.

int ACLSendingBusy()

Επιστρέφει true αν υπάρχει πακέτο στην ουρά αποστολής του LL επιπέδου.

int ACLAddNewType(int type_h, int type_l)

Προσθέτει μια tuple στο ACL buffer αποστολής.

Επιστρέφει 0 αν επιτύχει, 1 αν το buffer είναι γεμάτο ή 2 αν το buffer είναι κλειδωμένο.

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

int ACLAddData(int data)

Προσθέτει ένα byte δεδομένων στο ACL buffer αποστολής.

Επιστρέφει 0 αν επιτύχει, 1 αν το buffer είναι γεμάτο ή 2 αν το buffer είναι κλειδωμένο.

int ACLSendPacketAdressed(unsigned int add1, add2, add3, add4, add5, add6, add7, add8, timeout)

Προσθέτει στο τρέχων πακέτο μια διεύθυνση αποστολής και το στέλνει σε μέγιστο χρόνο timeout.

Επιστρέφει 1 αν επιτύχει, 0 αν αποτύχει είτε λόγω λήξης του χρόνου timeout είτε γιατί δεν υπάρχει αρκετός χώρος στο buffer για να προστεθεί η διεύθυνση αποστολής.

int ACLDataIsNew()

Επιστρέφει true αν υπάρχουν νέα δεδομένα στο buffer παραλαβής.

int ACLFoundReceivedType(int type_h, int type_l)

Επιστρέφει true αν βρεθεί ο ζητούμενος τύπος δεδομένων στο πακέτο.

int ACLMatchesMyIP(char *buffer, int start)

Ελέγχει αν τα δεδομένα που βρίσκονται από τη θέση start και μετά του buffer ταιριάζουν με την IP του ELC ή την broadcast IP.

Αν ναι επιστρέφει true.

char * ACLGetReceivedData(int type_h, int type_l)

Επιστρέφει τα δεδομένα του ζητούμενου τύπου στο τελευταίο ληφθέν πακέτο.

void ACLStart()

Επανεκκινεί τη λειτουργία της RF στοίβας από την κατάσταση που ήταν πριν την κλήση της ACLStop().

void ACLStop()

Σταματάει τη λειτουργία της RF στοίβας μέχρι την κλήση της ACLStart().

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

signed int ACLGetReceivedDataLength(int type_h, int type_l)

Επιστρέφει το μέγεθος των δεδομένων (αριθμός bytes) του ζητούμενου τύπου στο τελευταίο ληφθέν πακέτο.

void ACLSetDataToOld()

Ορίζει τα ληφθέντα δεδομένα ως παλιά κάτι που σημαίνει οτι η ACLDataIsNew() δεν θα επιστρέφει true αν δεν λάβει ένα νέο πακέτο δεδομένων.

10.2. Κλάσεις από το API των particles (Server)

- ParticleSocket: Η κλάση αυτή κληρονομεί από την κλάση DatagramSocket και υλοποιεί την επιπλέον λειτουργικότητα που απαιτείται για την επικοινωνία των ELC.
- ClPacket: Η κλάση αυτή υλοποιεί την δομή των πακέτων που χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των ELC.
- ClId: Η κλάση αυτή χρησιμοποιείται για την αναπαράσταση του ELC id μέσα σε ένα ClPacket, το οποίο χαρακτηρίζει με μοναδικό τρόπο ένα ELC στο δίκτυο.
- AclTuple: Η κλάση αυτή αναπαριστά μια ACLTuple η οποία περιέχεται μέσα σε ένα ClPacket.

10.3. Το δικό μας API (Server)

Class Product

Constructor summary

public Product(String code)

description: constructor used to create a product object

parameters :
code: the product code

public Product(String code, String name, String price)

description: constructor used to create a product object

parameters :
code: the product's code

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

name: the product's name
price: the product's price

Method summary

public String getCode()

description: method used to get the product code

parameters : none

returns: string

public String getName()

description: method used to get the product name

parameters : none

returns: string

public String getPrice()

description: method used to get the product price

parameters : none

returns: string

public void setName(String name)

description: method used to set the product's name

parameters :
name: the product name

returns: void

public void setPrice(String price)

description: method used to set the product's price

parameters :
price: the product's price

returns: void

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Class Elc

Constructor summary

public Elc(String id)

description: constructor used to create an Elc object with the given id and the following default values:
slpuntil = "", fault = "no", battery = "ok", mode = "off", code = "none"

parameters :
id: the Elc id

public Elc(String id, String slpuntil, String fault, String battery, String mode, String code)

description: constructor used to create an Elc object

parameters :
id: the Elc id
slpuntil: date and time until which the Elc will be in sleep mode
fault: possible fault status (yes/no)
battery: battery status (ok/low)
mode: Elc's mode (on/off)
code: the product's code or "none"

Method summary

public String getId()

description: method used to get the Elc id

parameters : none

returns: string

public String getSlpuntil()

description: method used to get the sleep until date and time of an Elc

parameters : none

returns: a string

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

public String getFault()

description: method used to get the fault status of an Elc

parameters : none

returns: a string ("yes"/"no")

public String getBattery()

description: method used to get the battery status of an Elc

parameters :

returns: a string ("ok"/"low")

public String getMode()

description: method used to get the mode of an Elc

parameters :

returns: a string ("on"/"off")

public String getCode()

description: method used to get the product code that is set to the Elc

parameters :

returns: a string (the product code or "none" if not exists)

public void setId(String id)

description: method used to set the id of an Elc

parameters :
id: the id of the Elc

returns: void

public void setSlpuntil(String sleep)

description: method used to set the sleep until of an Elc

parameters :
sleep: date and time in format : yyyy-mm-dd hh:mm

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

returns: void

public void setFaultYes()

description: method used to set the fault status of an Elc to "yes"

parameters : none

returns: void

public void setFaultNo()

description: method used to set the fault status of an Elc to "no"

parameters : none

returns: void

public void setBatteryOk()

description: method used to set the battery status of an Elc to "ok"

parameters : none

returns: void

public void setBatteryLow()

description: method used to set the battery status of an Elc to "low"

parameters : none

returns: void

public void setModeOn()

description: method used to set the mode of an Elc to "on"

parameters : none

returns: void

public void setModeOff()

description: method used to set the mode of an Elc to "off"

parameters : none

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

returns: void

public void setCode(String code)

description: method used to set the code of an Elc to a product code

parameters :
code: the product's code or "none"

returns: void

Class ElcMan

Constructor summary

public ElcMan()

description: constructor used to connect to database

parameters : none

Method summary

public void insertProduct(Product p)

description: method used to insert a product in the database

parameters :
p: the product object

returns: void

public Product findProductByCode(String code)

description: method used to find a product by code in the database

parameters :
code: the code of the product

returns: a product object

public Product FindProductByName(String name)

description: method used to find a product by name in the database

parameters :
name: the name of the product
returns: a product object

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

public void alterProduct(Product p)

description: method used to alter a product's name and/or price in the database

parameters :
p: the product with the new changed values

returns: void

public void deleteProduct(Product p)

description: method used to delete a product from the database

parameters :
p: the product to be deleted

returns: void

public void insertElc(Elc s)

description: method used to insert an Elc in the database

parameters :
s: the Elc object

returns: void

public Elc findElc(String id)

description: method used to find an Elc by its id in the database

parameters :
id: the Elc id

returns: an Elc object

public void alterElc(Elc s)

description: method used to alter one or more Elc's attribute in the database

parameters :
s: the Elc with the new changed values

returns: void

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

public void deleteElc(Elc s)

description: method used to delete an Elc from the database

parameters :
s: the Elc object

returns: void

public Elc ElcOfProduct(Product p)

description: method used to retrieve the Elc set to a product from the database

parameters :
p: the product object

returns: an Elc object or null if the product is not set to an Elc

public int sendPri(Elc s)

description: method used to send data from the database to an Elc

parameters :
s: the Elc object

returns: 1 if sent and acked, 0 else

public int sendEmpty(Elc s)

description: method used to send empty data to an Elc in order to clear/unset it.

parameters :
s: the Elc object

returns: 1 if sent and acked, 0 else

public boolean sleepOne(Elc s, String datetime)

description: method used to set the slpuntil of a given Elc in the database

parameters :
s: the Elc object
datetime: the date and time in format: yyyy-mm-dd hh:mm

returns: true if done, false otherwise

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

public boolean sleepAll(String datetime)

description: method used to set the slpuntil of all Elcs that are in mode on in the database

parameters :
datetime: the date and time in format: yyyy-mm-dd hh:mm

returns: true if done, false otherwise

public String fixPrice(String s)

description: method used to turn the price of a product in a fixed string of length 7.

parameters :
s: the price of a product

returns: a String of length 7

public String currentDateTime()

description: method used to get the current date and time in a string

parameters : none

returns: a String

Class ReceiveThread

Constructor summary

public ReceiveThread(SmartLabelMan t)

description: constructor used create a receive socket

parameters :
t: an ElcMan object

Method summary

public void run()

description: method used to start the execution of the thread. The thread runs continually and handles the incoming packets.
parameters : none

returns: void

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

Class SendThread

Constructor summary

public SendThread(ElcMan t)

description: constructor used create a send socket

parameters :
t: an ElcMan object

Method summary

public void run()

description: method used to start the execution of the thread. The thread runs continually and manages all the sending functions that are needed.

parameters : none

returns: void

public int discElc(Elc s)

description: method used to discover an Elc.

parameters :
s: an Elc object

returns: 1 if the Elc is discovered, 2 if it is in sleep mode, 0 otherwise

public void discElcs (ResultSet rec)

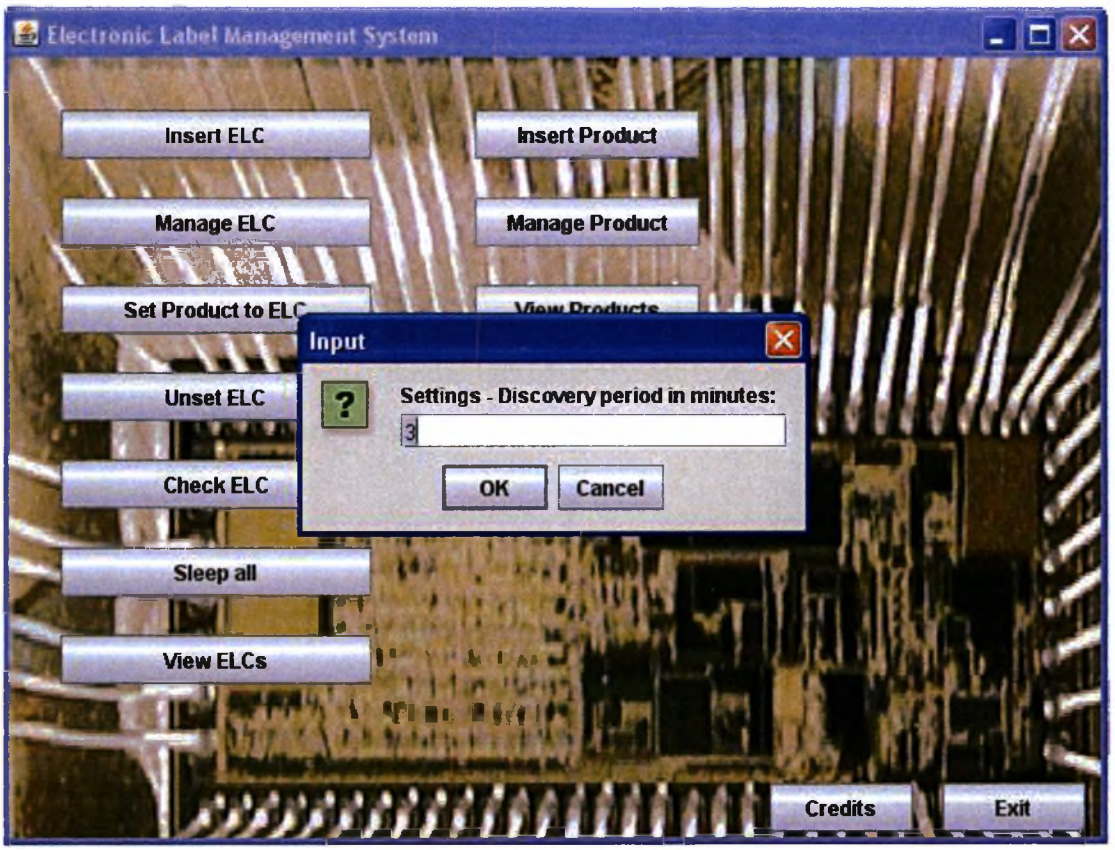
description: method used to discover a set of Elcs.

parameters :
rec: a ResultSet object containg Elcs records

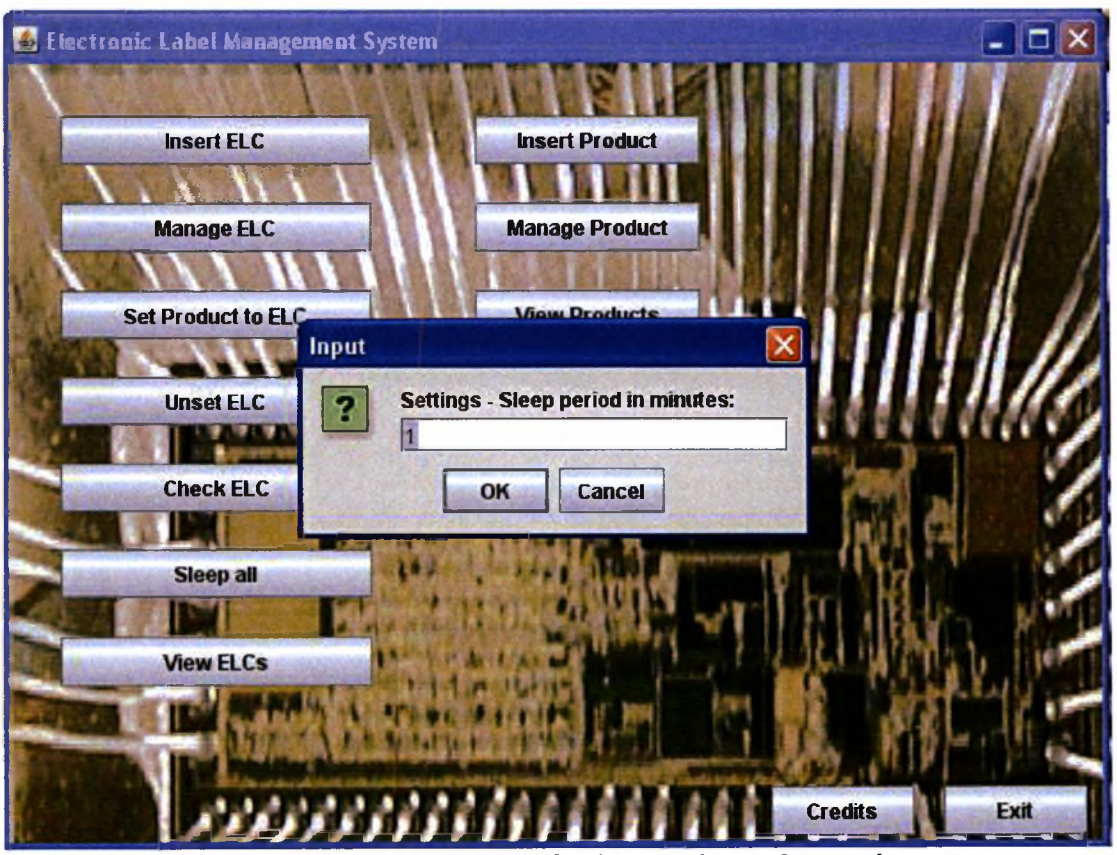
returns: void

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

11. Παράρτημα 2 (screenshots του προγράμματος)

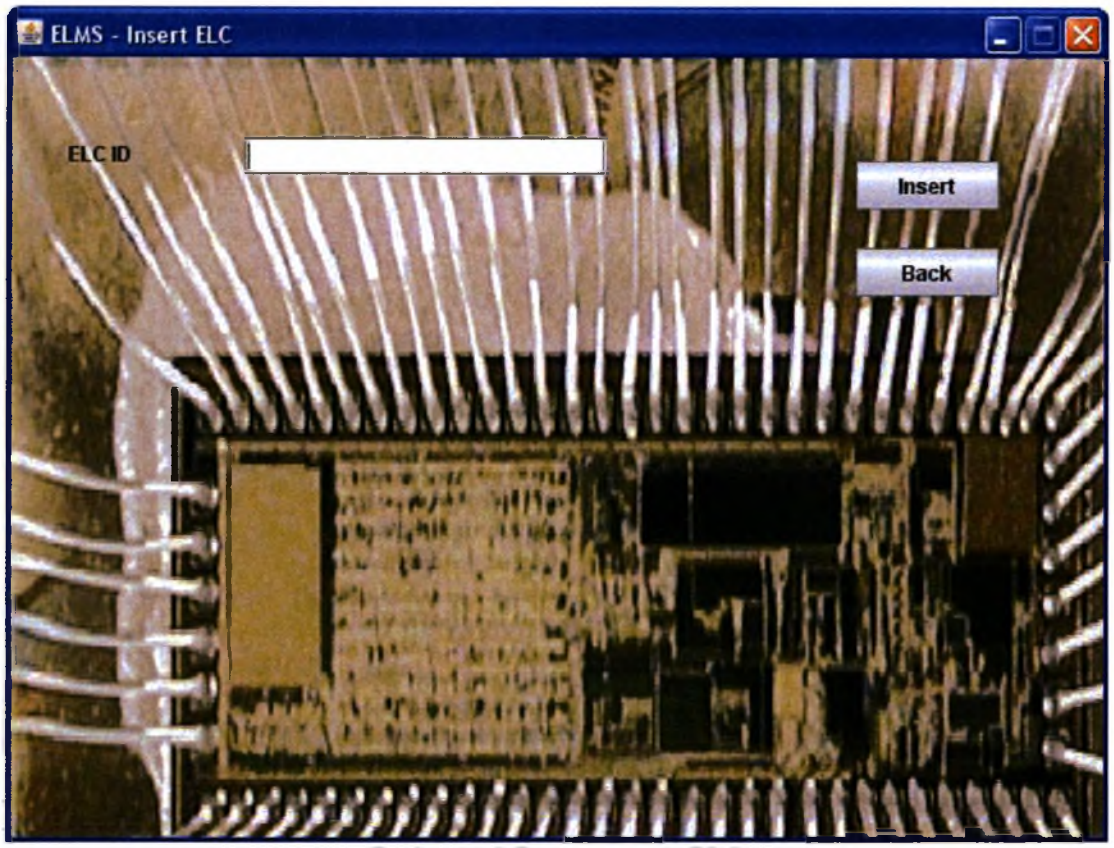


Εικόνα 11-1 Εισαγωγή περίοδου ανακάλυψης των ELC

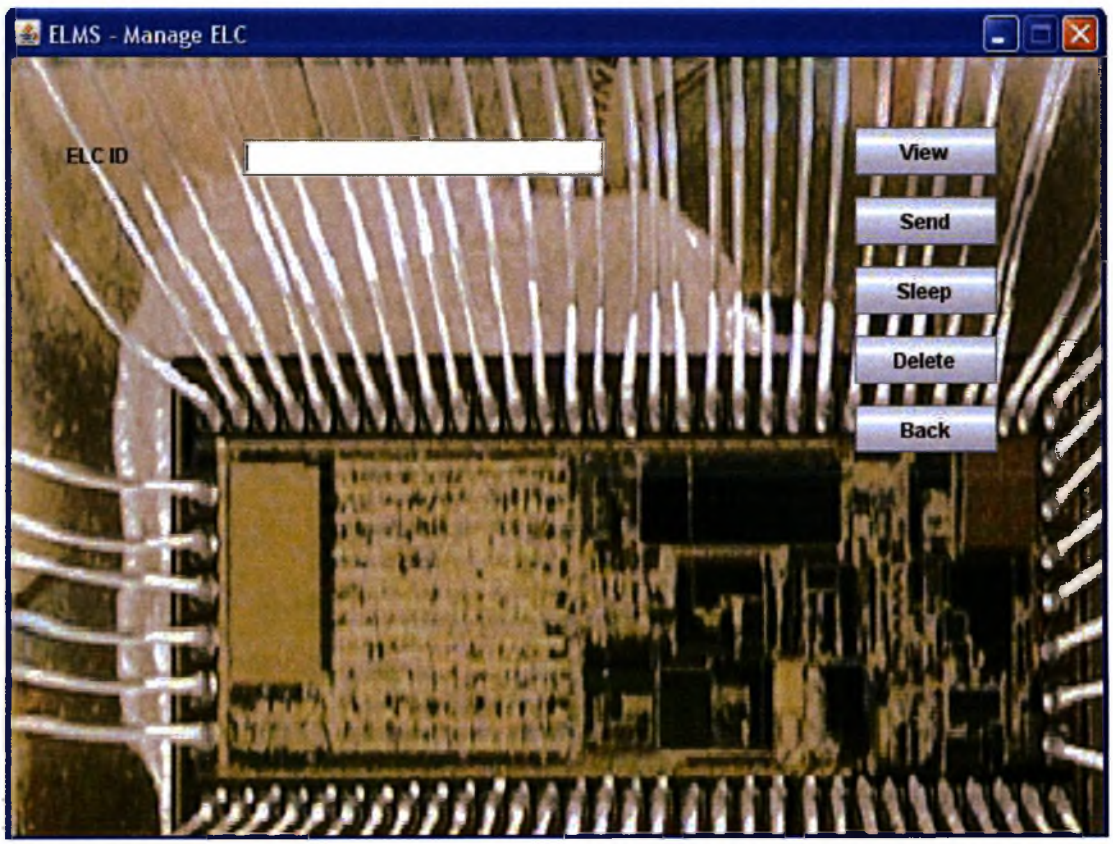


Εικόνα 11-2 Εισαγωγή περιόδου λειτουργίας σε sleep mode

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

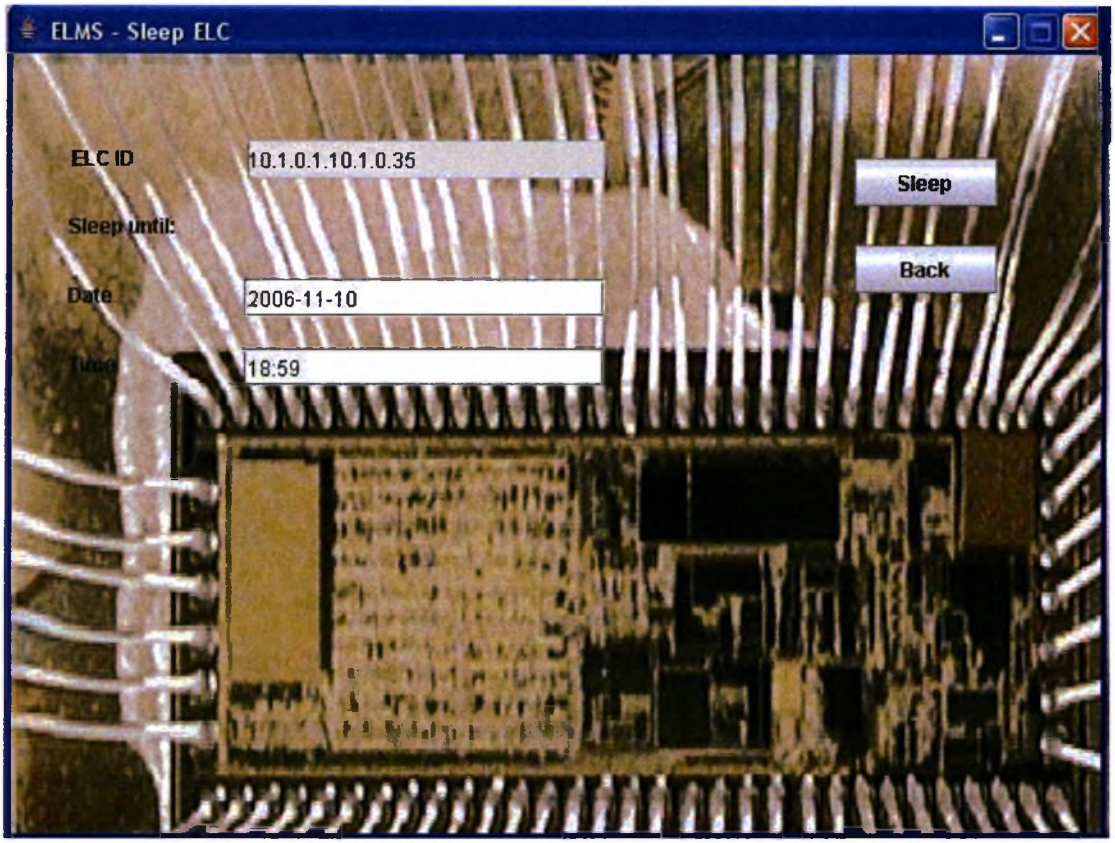


Εικόνα 11-3 Εισαγωγή ενός ELC

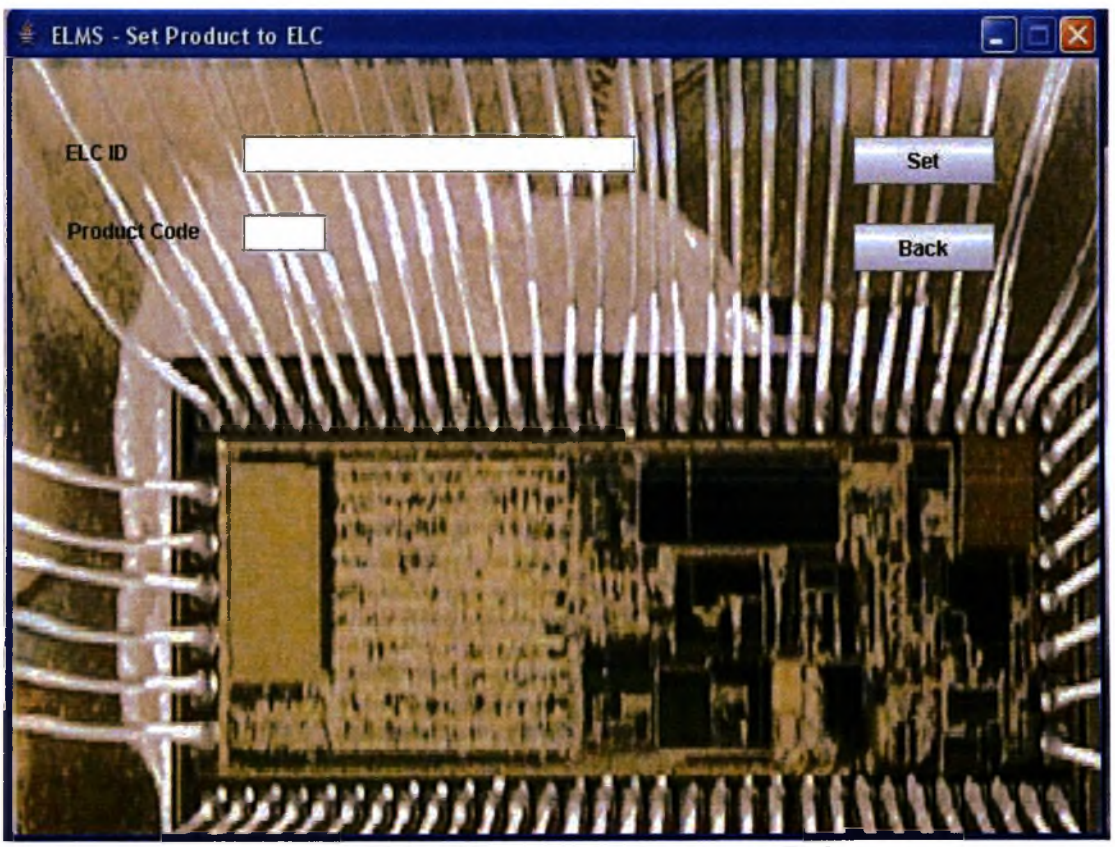


Εικόνα 11-4 Διαχείριση ενός ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

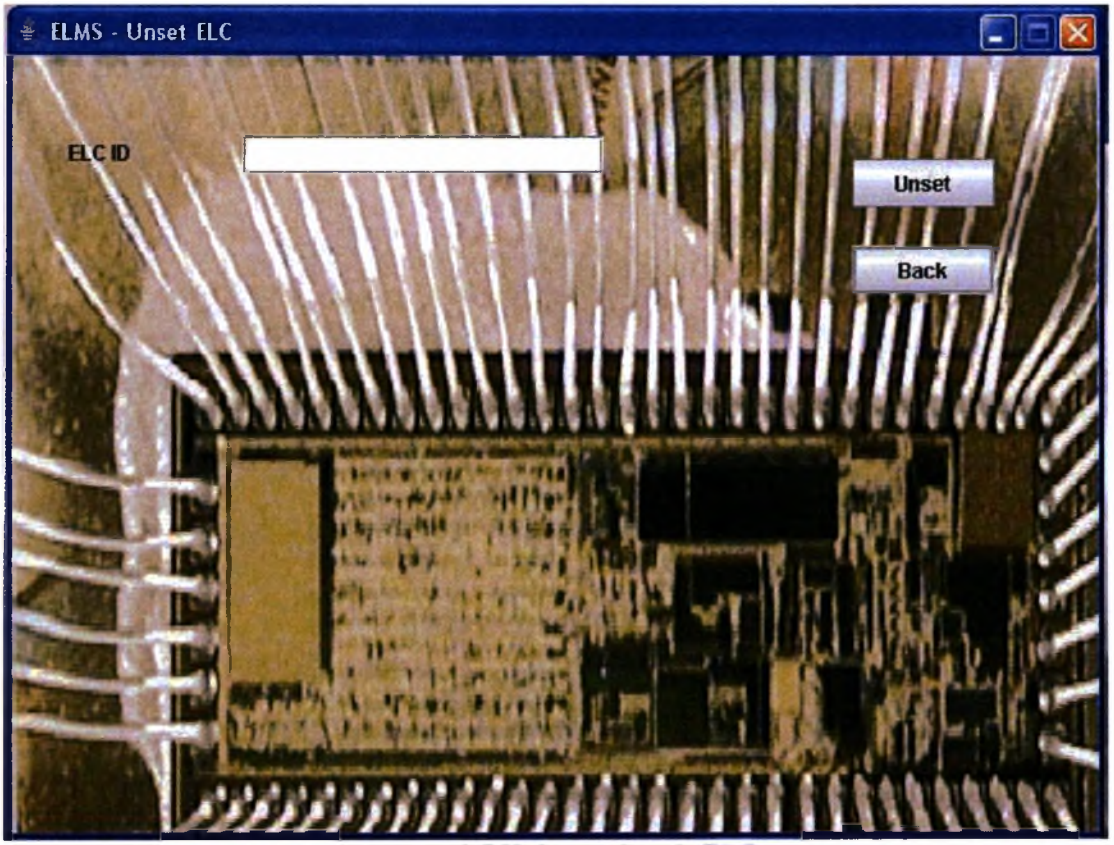


Εικόνα 11-5 Λειτουργία ενός ELC σε sleep mode

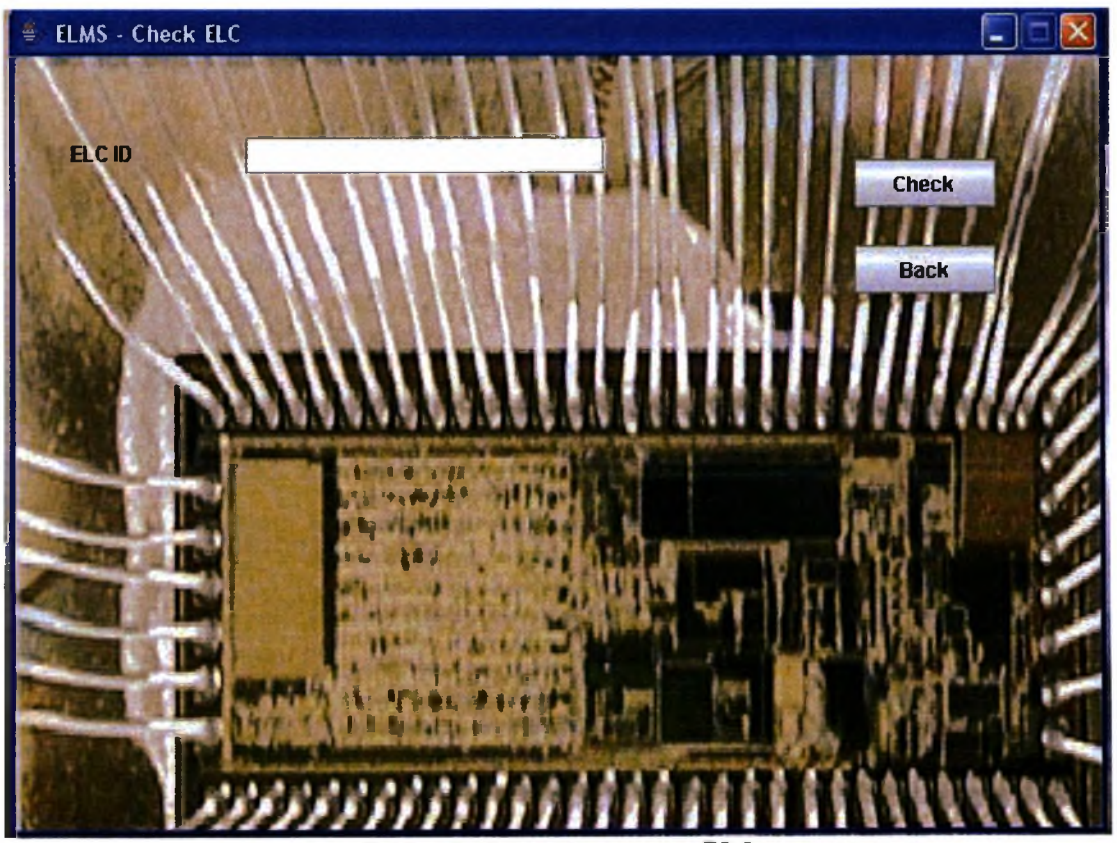


Εικόνα 11-6 Ανάθεση ενός προιόντος σε ένα ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

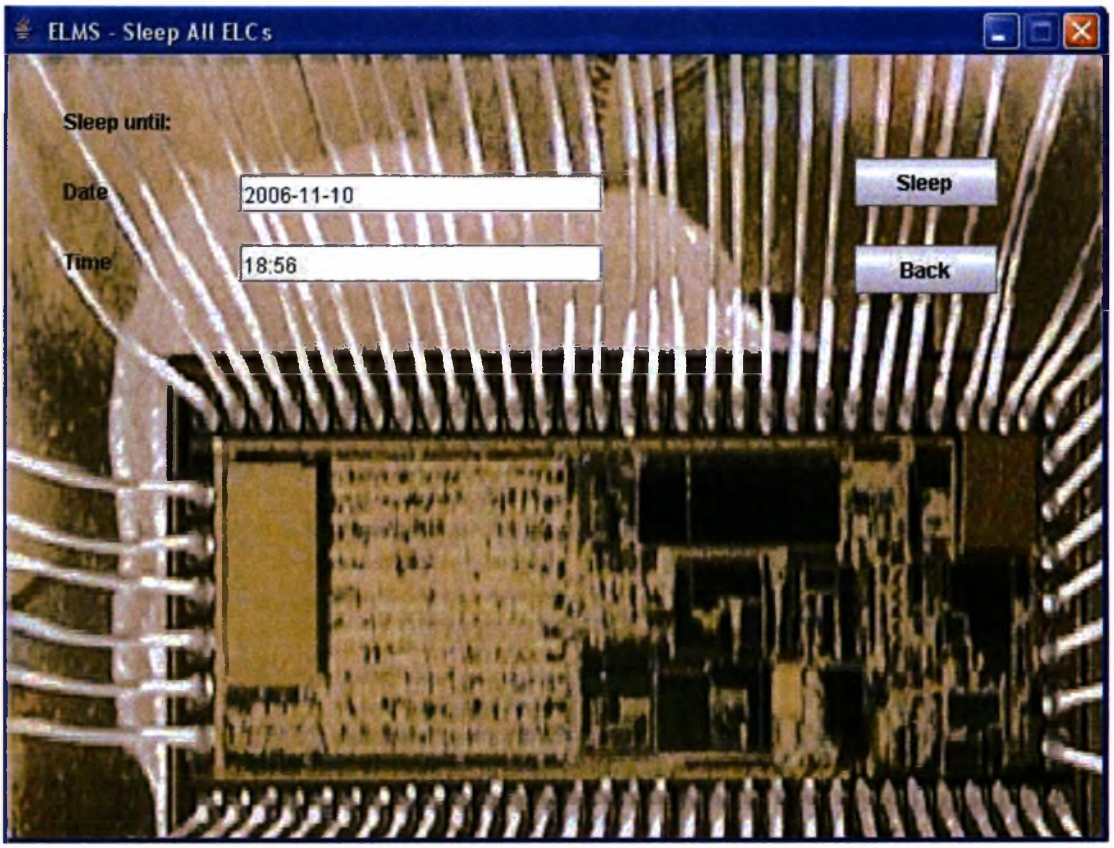


Εικόνα 11-7 Καθαρισμός ενός ELC

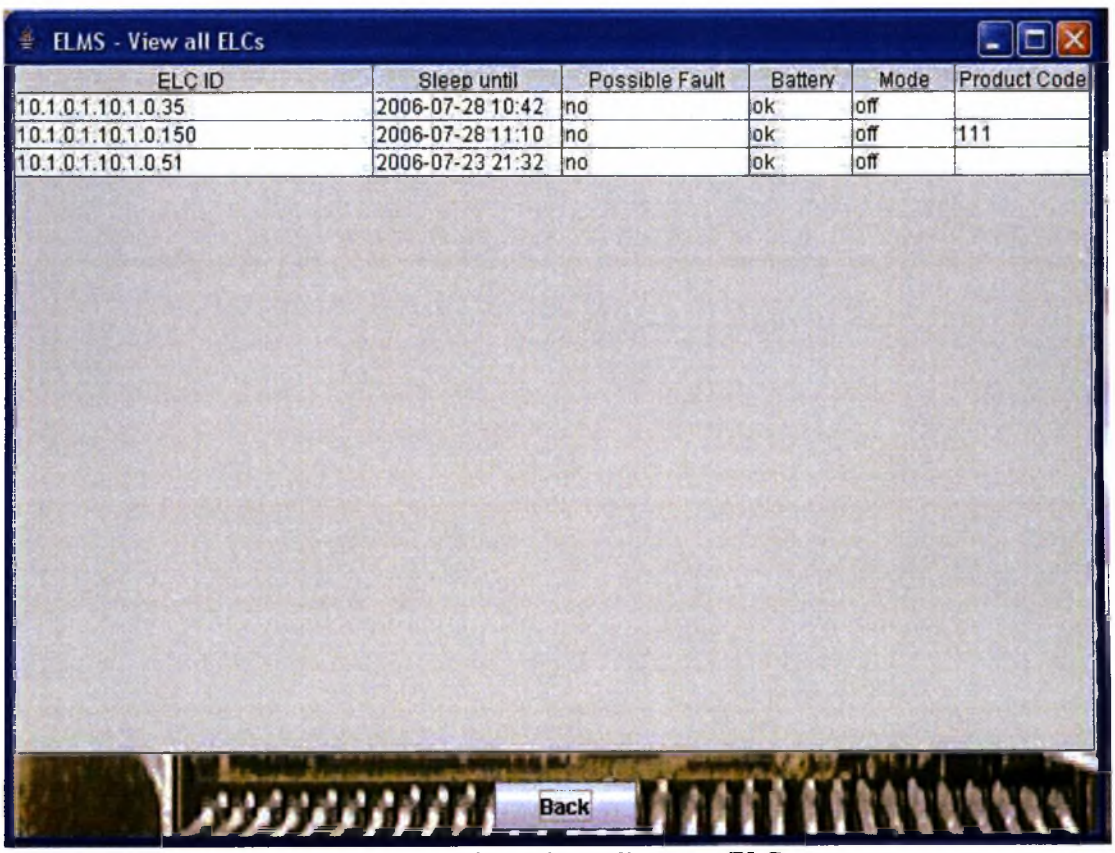


Εικόνα 11-8 Ανακάλυψη ενός ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

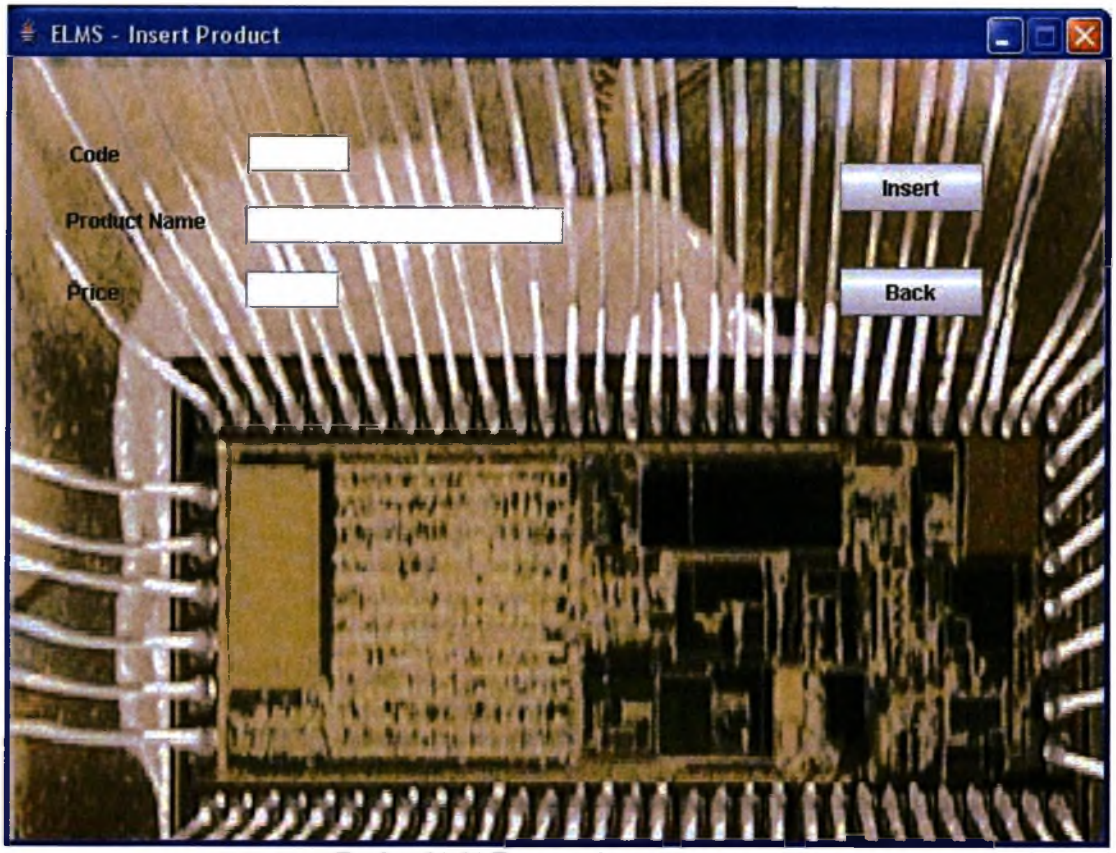


Εικόνα 11-9 Λειτουργία όλων των ELC σε sleep mode

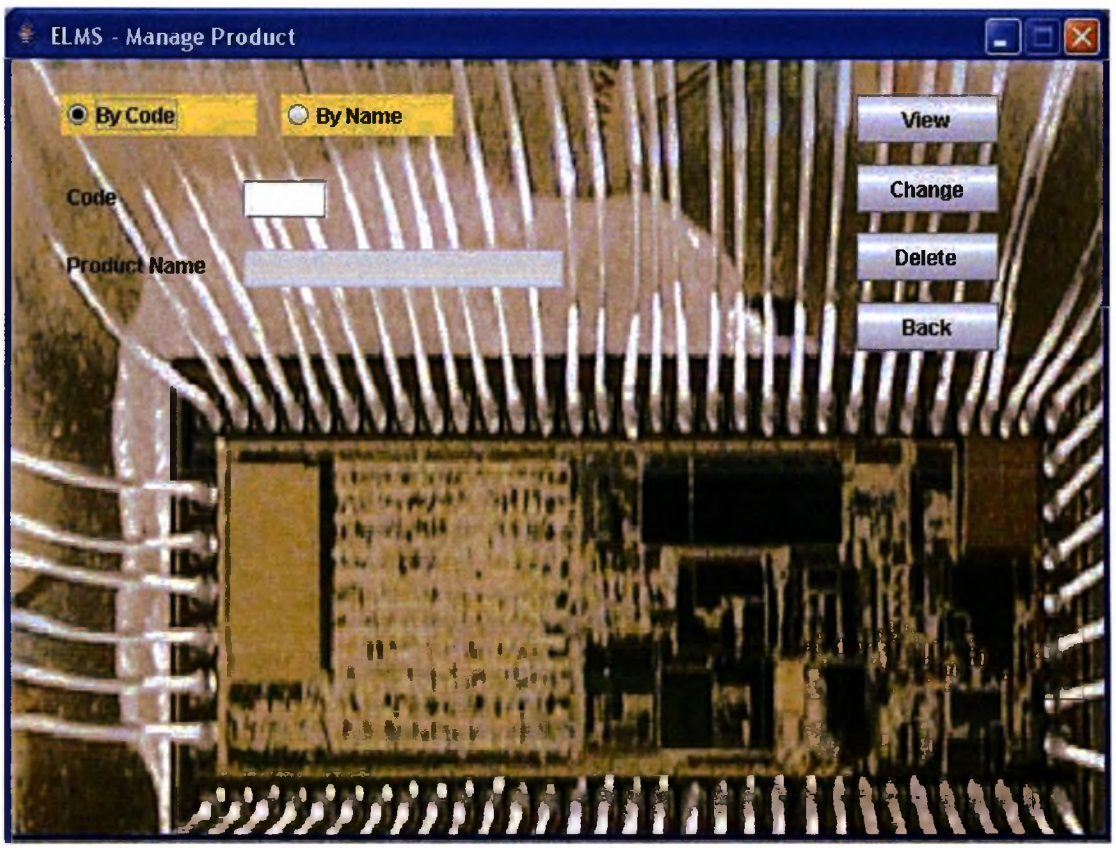


Εικόνα 11-10 Εμφάνιση όλων των ELC

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

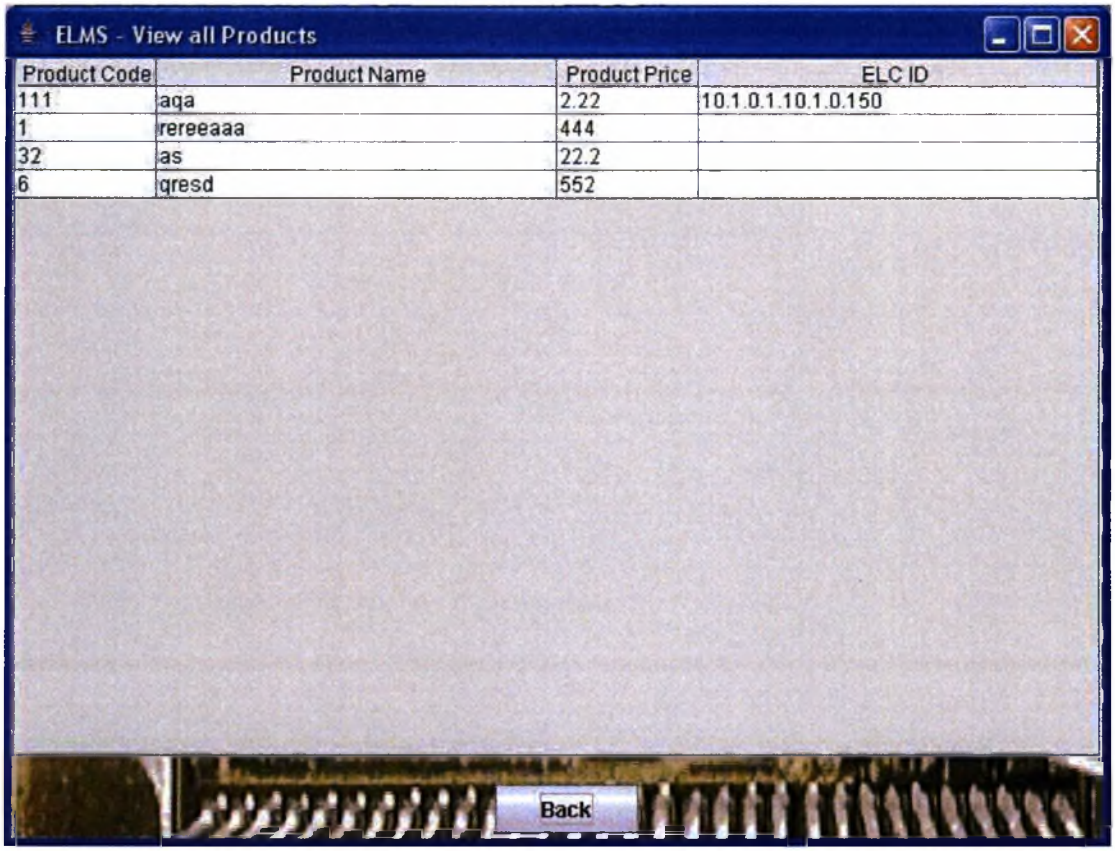


Εικόνα 11-11 Εισαγωγή ενός προιόντος



Εικόνα 11-12 Διαχείριση ενός προιόντος

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7



Εικόνα 11-13 Εμφάνιση όλων των προιόντων

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
004000085914

Institutional Repository - Library & Information Centre - University of Thessaly
08/12/2017 10:08:25 EET - 137.108.70.7